



EESTI MAAÜLIKOOL  
Metsandus- ja maaehitusinstituut

Kirsika Kapp

**JALAKASURMA (*OPHIOSTOMA NOVO-ULMI*) KAHJUSTUSTEST  
EESTIS – TALLINNA JA TIHEMETSÄ NÄITEL**

**DAMAGE OF DUTCH ELM DISEASE (*OPHIOSTOMA NOVO-ULMI*) IN  
ESTONIA – EXAMPLE OF TALLINN AND TIHEMETSÄ**

Bakalaureusetöö  
Metsanduse õppekava

Juhendajad: Liina Jürisoo  
Kalev Adamson  
dotsent Rein Drenkhan

Tartu 2015

Eesti Maaülikool Kreutzwaldi 1, Tartu 51014		Bakalaureusetöö lühikokkuvõte	
Autor: Kirsika Kapp		Õppekava: metsandus	
Pealkiri: Jalakasurma ( <i>Ophiostoma novo-ulmi</i> ) kahjustustest Eestis – Tallinna ja Tihemetsa näitel			
Lehekülgi: 66	Jooniseid: 16	Tabeleid: 4	Lisasid: 13
Osakond: Metsakasvatus Uurimisvaldkond: Metsapatoloogia Juhendaja(d): Liina Jürisoo, Kalev Adamson, dotsent Rein Drenkhan Kaitsmiskoht ja aasta: Tartu 2015			
<p>Jalakasurm on Euroopas jalaka (<i>Ulmus</i> spp.) liikidel laialt levinud seenhaigus, mida põhjustavad nii <i>Ophiostoma ulmi</i> (Buisman) Nannf. ning nüüd ka <i>Ophiostoma novo-ulmi</i> Brasier., millest viimane on invasiivne ja agressiivne seenpatogeen.</p> <p>Bakalaureusetöö eesmärgiks oli hinnata jalakate (<i>Ulmus glabra</i>), künnapuude (<i>Ulmus laevis</i>), põldjalakate (<i>Ulmus minor</i>) ning jalaka hübriidide tervislikku seisundit Tallinnas ja Tihemetsas ning jalakasurma levikut neis piirkondades.</p> <p>Proovialade valikul lähtuti Tallinnas Sulev Järve soovitustest ja Tihemetsas kirjandusandmetest leitud informatsioonist Tihemetsa parkide kohta. Puude tervisliku seisundi hindamisel lähtuti viiest haigusklassist, millest esimesse arvati täiesti terved puud ning viimasesse viiendasse surnud puud.</p> <p>Harilikest jalakatest kuulusid 49,3% esimesse, 28,2% teise, 4,2% kolmandasse, 8,5% neljandasse ning 9,9% viiendasse haigusklassi. Põldjalakatest kuulusid 50,0% esimesse ja 50,0% neljandasse haigusklassi. Kõik künnapuud ning hariliku jalaka kultivar `Camperdownii´ kuulusid esimesse haigusklassi. Jalaka hübriidid kuulusid kõik teise haigusklassi.</p> <p>Töös kasutati välitöödel kogutud andmeid ja proove, mida laboris analüüsiti – seene universaalsete ja liigispetsiifiliste DNA praimeritega. 48-lt võrselt tehti puhaskultuure.</p>			

Kolme proovi sekveneerimisel tuvastati *Ophiostoma novo-ulmi* ja *Phoma macrostoma*. Seitset puhaskultuuri, mida kontrolliti liigispetsiifiliste praimeritega PCR analüüsil andis positiivse tulemuse üks proov (DNA ID 3637). Puidust eraldatud DNA-d kontrolliti 16 juhuslikul proovil liigispetsiifiliste praimeritega PCR analüüsil patogeeni olemasolu, positiivse tulemuse andis üks proov (ID 3334). Kokku analüüsiti 26 sümptomaatilist hariliku jalaka proovi ning nendest leiti kolm tüve jalakasurma tekitajat.

Märksõnad: jalakas, *Ulmus* spp., jalakasurm, *Ophiostoma ulmi*, *Ophiostoma novo-ulmi*, liigispetsiifiline PCR

Estonian University of Life Sciences Kreutzwaldi 1, Tartu 51014		Abstract of Bachelor's Thesis	
Author: Kirsika Kapp		Speciality: Forestry	
Title: Damage of Dutch elm disease ( <i>Ophiostoma novo-ulmi</i> ) in Estonia – example of Tallinn and Tihemetsa			
Pages: 66	Figures: 16	Tables: 4	Appendixes: 13
Department: Silviculture Field of research: Forest pathology Supervisors: Liina Jürisoo, Kalev Adamson, dotsent Rein Drenkhan Place and date: Tartu 2015			
<p>Dutch elm disease is a widespread fungal disease of elm (<i>Ulmus</i> spp) species in Europe, caused by both <i>Ophiostoma ulmi</i> (Buisman) Nannf. and now by <i>Ophiostoma novo-ulmi</i> Brasier., which is more invasive and aggressive fungal pathogen.</p> <p>Bachelor aim was to evaluate state of health of wych elm (<i>Ulmus glabra</i>), European white elm (<i>Ulmus laevis</i>), field elm (<i>Ulmus minor</i>) and elm hybrids in Tallinn and Tihemetsa and the range of Dutch elm disease in these regions.</p> <p>In Tallinn the selection of plots were based on recommendations of Sulev Järve and in Tihemetsa the information about Tihemetsa parks found in literature. The assessment of the healthiness of the trees was based on five disease classes, absolutely healthy trees were considered to be in the first and dead trees in the fifth class.</p> <p>49,3% of wych elms belonged to the first, 28,2% to the second, 4,2% to the third, 8,5% to the fourth and 9,9% to the fifth disease class. 50% of field elms belonged to the first and 50% to the fourth disease class. All European white elms and elm cultivar 'Camperdownii' belonged to the first disease class. All elm hybrids belonged to the second disease class.</p>			

All the collected data from fieldwork and samples were used in this work and the last ones were analyzed in the laboratory - with fungus universal and species-specific DNA primers. Pure cultures were made from 48 twigs. Three samples were sequenced *Ophiostoma novo-ulmi* and *Phoma macrostoma* were identified. Seven pure cultures, were checked with species-specific primers in PCR analysis, one sample (DNA ID 3637) of which gave a positive result. 16 DNA samples, extrated from wood tissue, were also analyzed with species-specific PCR primers, from which one sample gave a positive result (ID 3334). A total of 26 symptomatic wych elm samples were analyzed and three strains of Dutch elm death pathogen were found.

Keywords: elm, *Ulmus* spp., Dutch elm disease, *Ophiostoma ulmi*, *Ophiostoma novo-ulmi*, species-specific PCR priming

# Sisukord

Sissejuhatus .....	8
1. Jalaka perekonna ( <i>Ulmus</i> ) üldiseloomustus .....	10
1.1 Uuritavate liikide põhjalikum iseloomustus .....	11
1.1.1 Harilik jalakas.....	11
1.1.2 Künnapuu .....	12
1.1.3 Põldjalakas.....	13
1.2 Jalakasurm .....	14
1.2.1 Haiguse levimine .....	15
1.2.2 Kuidas jalakasurma ära tunda.....	16
1.2.3 Jalakasurma tõrje ja ennetamine .....	17
2. MATERJAL JA METOODIKA.....	19
2.1 Algandmed .....	19
2.2 Metoodika kirjeldus.....	20
2.3 Lühitutvustus proovialadest.....	20
2.3.1 Stroomi rannapark .....	20
2.3.2 Kopli kalmistupark .....	21
2.3.3 Tänavahaljastustest.....	21
2.3.4 Kõue-Triigi mõisapark .....	22
2.3.5 Voltveti mõisapark ja dendropark (arboreetum) .....	22
2.4 Haigustekitajate isoleerimine .....	23
2.5 DNA eraldamine ja PCR .....	23
2.5.1. PCR-segu valmistamine .....	24
2.5.2. PCR produkti kontrollimine agarosgeelis .....	24
2.5.3 Proovide sekveneerimine.....	25
3. TULEMUSED.....	26
3.1 Proovikogumise asukoha järgi hinnangud <i>Ulmus</i> perekonna liikide tervisliku seisundi kohta .....	26
3.1.1 Stroomi rannapark .....	26
3.1.2 Kopli kalmistupark .....	27
3.1.3 Lõime tänav .....	28
3.1.4 Taksopargi rist – Taksopargi peatuse juures .....	30
3.1.5 Suur-Ameerika tänav .....	30
3.1.6 Kari tänav 20– maja taga .....	31
3.1.7 Kõue-Triigi mõisapark .....	31
3.1.8 Voltveti (Tihemetsa) mõisapark ja dendropark .....	32
3.1.9 Koondhinnang puude tervislikule seisundile puuliikide kaupa haljasaladel .....	34
3.2 Puhaskultuuri isoleerimiste tulemused .....	34
3.3 Puhaskultuuridest ja sümptomaatilistest võrsetest tehtud molekulaaranalüüsid .....	35
4. Arutelu ja järeldused.....	37
Kokkuvõte .....	40
Kasutatud kirjandus .....	42
DAMAGE OF DUTCH ELM DISEASE ( <i>OPHIOSTOMA NOVO-ULMI</i> ) IN ESTONIA – EXAMPLE OF TALLINN AND TIHEMETSA .....	45
LISAD .....	47

LISA 1. Haigusklass nr 1.....	48
LISA 2. Haigusklass nr 2.....	49
LISA 3. Haigusklass nr 3.....	50
LISA 4. Haigusklass nr 4.....	51
LISA 5. Haigusklass nr 5.....	52
LISA 6. Stroomi rannapark – Kopli tänava poolne nurk.....	53
LISA 7. Kopli kalmistupark .....	55
LISA 8. Lõime tänav .....	57
LISA 9. Taksopargi rist – Taksopargi peatuse juures .....	59
LISA 10. Suur-Ameerika tänav .....	60
LISA 11. Kari tänav 20 – maja taga .....	61
LISA 12. Kõue-Triigi mõisapark .....	62
LISA 13. Voltveti mõisapark ja dendropark .....	63

## Sissejuhatus

Jalaka (*Ulmus*) perekonnast kasvavad meil looduslikult harilik jalakas (*Ulmus glabra*) ja künnapuud (*Ulmus laevis*). Mõlemad puud on meil metsades üsna vähe esinevad, küll aga parkides ja haljastuses kohtab neid sagedamini (Kaar 2011). Eesti metsade tagavarast moodustavad jalakad ja künnapuud 0,1%, neid esineb enam just erametsades, kui riigimetskondades (Aastaraamat Mets ... 2014).

Mõlemaid liike ohustab jalakasurm. Tegemist on seenhaigusega, mis põhjustab jalakate kuivamist. Selle haiguse peamiseks tekitajaks on *Ophiostoma ulmi* ja tänapäeval ka *Ophiostoma novo-ulmi*. Jalakasurmale viitavad sümptomid on võrse tippudest kuivanud oksad ja katkendlik must ring koorealuses puidus. Lisaks veel nimetatakse seda haigust trahheomükoosiks, sest seen ummistab taime juhtsooni.

20. sajandi jooksul on olnud 2 jalakasurma pandeemiat, mis on levinud kogu Põhja-Ameerikas, Euroopas ja Edela-Aasias. Mõlemad pandeemiad on olnud ajendatud nakatunud puidu rahvusvahelisest transpordist (Anderson *et al.* 2004). Esimese pandeemia põhjustanud *Ophiostoma ulmi*, levis 1920. – 1940. aastatel Loode-Euroopast Ida-Euroopasse, Suurbritanniasse ja Portugali. Praeguse pandeemia põhjustajaks on *Ophiostoma novo-ulmi*, mis on levinud piirkondadesse, mida varem mõjutas vähemagressiivne *Ophiostoma ulmi* (Solla *et al.* 2005).

Teadagi on see, et jalakasurma esineb Eestis eelkõige parkides. Voltveti mõisa- ja dendropargis on enamus jalalkuivanud puud harilikud jalakad, mille kuivamise põhjusena on kahtlustatud jalakasurma (Tihemetsa pargid ... 2011). Seda seenhaigust on Eestis vähe uuritud, ning hetkel puudub info selle kohta kui laialt see haigus on levinud. Seoses jalakate ja künnapuude halveneva tervisliku seisundiga on selle haiguse uurimine muutunud aktuaalseks.

Swedish Species Information Centre töötaja Gärdenfors'i sõnul ründavad ja surmavad jalakaid seenhaigused, ning neid ei tohiks põhjendamatult raiuda, sest paljud putukad on



nendest puudest sõltuvad. Kuna nende jalakate seisund on drastiliselt halvenenud, siis on Rootsis kasvavad kolm jalaka liiki (*Ulmus glabra*, *Ulmus laevis* ja *Ulmus minor*) arvatud Rootsi punasesse nimistusse 2010. aastast (Expertanswer 2010).

Töö eesmärgiks on välja selgitada, milline on jalakate, künnapuude, põldjalakate ja jalaka hübriidide tervislik seisund uuritud parkides ja tänavahaljastuses ning kui ulatuslikult on jalakasurm neil aladel Eestis levinud.

#### Tänuõnad

Bakalaureusetöö autor tänab juhendajaid Liina Jürisood, Kalev Adamsoni ja Rein Dreksanit, kelle kommentaarid ja nõuanded olid töö valmimisel suureks abiks. Lisaks kuuluvad tänuõnad veel ka Sulev Järvele, kes oli lahkesti nõus meile näitama kohti, kus jalakatel võib olla tunnuseid arvatavast jalakasurmast.

## 1. Jalaka perekonna (*Ulmus*) üldiseloostus

Jalakaliste sugukonda (*Ulmaceae*) kuulub 15 perekonda rohkem kui 150 liigiga. Meil on tähtsamaks perekonnaks *Ulmus* – jalakas. Sellesse perekonda kuulub umbes 30 liiki, mis kasvavad parasvöötmes nii Euroopas, Aasias kui ka Põhja-Ameerikas (Laas 1987).

Selles perekonnas kasvavad heitlehised puud, mis on enamasti kõrged, kuuludes I kõrgusjärgu puude hulka (kõrgus vahemikus 25 – 40 m). Võra on neil lai, tihe, kujult munajas, poolkerajas või ovaalne ning laseb valgust vähe läbi. Lehed paiknevad võrsel kaherealiselt ja on oma kujult ebakorrapäraseks, servast saagjad ning lühikese leherootsuga (Laas 1987).

Laasi (1987) järgi on enamik jalakaliike küllalt kiirekasvulised ja soodsates tingimustes pikaealised. Paljundatakse seemnetest ja juurevõsust, võrsikutest ja pookimise teel. Mitmed jalakaliigid kasvavad lehtpuu-segapuistustes viljakamatel parasniisketil kasvukohtadel ning neid kasvatatakse ka parkides.

Eestis kasvavad looduslikult harilik jalakas (*Ulmus glabra*) ja künnapuu (*Ulmus laevis*) (Kaar 2011). Metsakultuuris on väga sagedasti esindatud harilik jalakas, künnapuu hajusamalt (Johnson, More 2004).

Metsakultuuris kasvab veel põldjalakat (*Ulmus minor*), tavaliselt väikese puuna, aga on ka erandeid. Pole eriti levinud ning vanu, hästi tuntud kasvukohti on teada ainult kümnekond. Eriskummalise välimusega on põldjalaka teisend korgijalakas (*Ulmus minor* var. *suberosa*), mis on isegi külmakindlam kui liik ise ning on Eestis märksa laiemalt levinud (Sander 2011).

Haljastuses kohtub meil väga harva järgmisi liike: inglise jalakat (*Ulmus procera*), väikeselehist jalakat (*Ulmus parvifolia*), madalat jalakat (*Ulmus pumila*) ja jaapani jalakat (*Ulmus japonica*). Viimased kolm on resistentsed jalakasurma suhtes (Johnson, More 2004). Ameerika jalakat (*Ulmus americana*) esineb meil harva (Laas 1987).

## 1.1 Uuritavate liikide põhjalikum iseloomustus

### 1.1.1 Harilik jalakas

Harilik jalakas (*Ulmus glabra*) kasvab 25 – 30 (harvem 40) m kõrguseks. Võra on tihe ja lai ning silinderja kujuga. Tüvi on samuti silinderjas ja kaetud paksu sügavarõmelise hallikasmusta koorega. Võrsed on kujult looklevad, värvuselt mustjaspruunid, jämedad ja paksult kaetud tumedate karvadega. Pungad on karvased, punakas- või mustjaspruuni värvusega, kujult lapikud ja tõmpjad ning kaherealiselt asetsevate kattesoomustega (Laas 1987).

Õitseb aprillis enne lehtede puhkemist. Õied on väga lühiraolised, peaaegu raotud ja paiknevad tihedates kimpudes (joonis 1). Õiekate on lehterja kujuga, pruunika värvusega ja ripsmeliselt karvane ning asetseb umbes enda pikkusel raol. Tolmukaid on 5 – 6, tolmukotid on violetjad (Laas 1987).



**Joonis 1.** Hariliku jalaka õis (foto: K. Kapp)

Vili on ovaalne ning suurem kui teistel jalaka liikidel ning ilma karvadeta. Läbimõõdult on vili 2 – 2,5 cm ning pähklike asub tiiva keskel (Laas 1987).

Lehed on suured, 8 – 16 cm pikad ja 5 – 8 cm laiad. Oma kujult on lehed ovaalsed või äraspidimunajad, laikiilja alusega ning nõrgalt ebasümmeetrilised. Pealt on need tumehallikasrohelist värvi, alt heledamad, karekarvased ja kaheli teravsaagja servaga. Külgrood harunevad eriti tihti enne lehe serva jõudmist. Leheroots kuni 0,6 cm pikk ja kaetud karvadega. Noortel võrsetel ja lopsakatel kasvudel lehed sageli tipust kolmehõlmalised. Sügisel muutuvad lehed kollaseks (Laas 1987).

Täiesti külmakindel. Küllalt varjutaluv, kasvab hästi teises rindes nii tamme (*Quercus robur*) kui ka okaspuu-lehtpuu segapuistutes. Mullastiku suhtes on nõudlik, kasvades viljakatel huumusrikastel värsketel liivsavimuldadel. Leetunud muldadel tavaliselt ei kasva. Talub hästi linnatingimusi ja ka kärpimist (Laas 1987).

### 1.1.2 Künnapuu

Künnapuu (*Ulmus laevis*) kuulub III kaitsekategooria liikide hulka (III kaitsekategooria liikide kaitse alla võtmine 2004, § 1 lg 2). Laasi (1987) järgi on künnapuu 25 – 30 (harva 35) m kõrgune puu ning tüve läbimõõt on kuni 1 m. Võra on kujult laiiovaalne. Tüve katab hallikaspruun koor, mis eraldub õhukeste lamedate plaatidena või on peenerõmeline. Võrsed on pikad ja peened ning rippuvad, läikivad ning värvuselt helepruunid. Noored võrsed on kaetud pehmete karvadega, hiljem paljad. Munajaskoonilise kujuga pungad asuvad lehearmi suhtes viltu, oma värvuselt on kollakaspruunid ning kattesoomuste servadest tumepruunid – mistõttu on pungad kirjud.

Lehed on kujult ovaalsed või ümarmunajad ning võrdlemisi õhukesed. Lehe pikkus on 5 – 12 cm ja laius 3 – 6 cm ning lehelaba on alusel ebasümmeetriline – sageli on üks pool teisest 1 – 2 cm lühem. Serv on lehtedel kahelisaagjas ja värvuselt on need pealt tumerohelised ning kaetud pehmemate karvadega kui harilikul jalakal (*Ulmus glabra*). Külgrood ei hargne enne lehe serva jõudmist või hargneb ainult 1 – 2 külgroodu. Leheroots on 0,8 – 1 cm pikkune. Sügisel muutuvad lehed kollaseks või punaseks (Laas 1987).

Õitseb enne lehtede puhkemist aprillis-mais. Õiekate on punakasvioletse värvusega ning 6 – 8-hõlmaline. Tumeviolettjaid tolmukaid on 6 – 8, ning need kinnituvad lühikestele

tolmukaniitidele. Emakasuu on valkja värvusega ja kaheosaline ning kaetud heledate karvadega. Õied on 1 – 2 cm pikkuse raoga ja kinnituvad kimbuna lühivõrsetele. Viljad on rippuvad ja asetsevad kimbuna pikkadel raagudel ning valmivad juunis. Tiibvili on umbes 1,5 cm läbimõõduga ja ovaalse kujuga. Tiival on ripsmeline serv ning ülaosas küllalt sügava väljalõikega. Seeme asub tiiva keskel (Laas 1987).

Laasi (1987) järgi on künnapuu külmakindel ja talub hästi kontinentaalset kliimat. Keskmise varjutaluvusega, kasvab okaspuu – laialehiste metsade koosseisus (sageli isegi teises rindes) viljakamatel huumusrikastel muldadel, olles võrdlemisi nõudlik mullastiku suhtes.

### 1.1.3 Põldjalakas

Põldjalakas (*Ulmus minor*) on sirge tüve ja munaja võraga puu, mille kõrgus on 20 – 30 (40) m. Tüve katab hall sügavarõmeline koor. Võrsed ja pungad on ilma karvadeta. Võrsed on läikivad ja punakaspruuni värvusega. Mustjaspruunid pungad on terava tipuga ning 0,2 – 0,4 cm pikad. Lehed on kujult ovaalsed või äraspidimunajad, 4 – 10 cm pikad, alusel ebasümmeetrilised, terava tipuga, kahelisaagja servaga, pealt tumerohelised, paljad, alt heledamad, karvatutid külgroodude nurkades. Külgrood hargnevad sageli enne lehe serva jõudmist. Leheroots 0,8 – 1,5 cm pikk (Laas 1987).

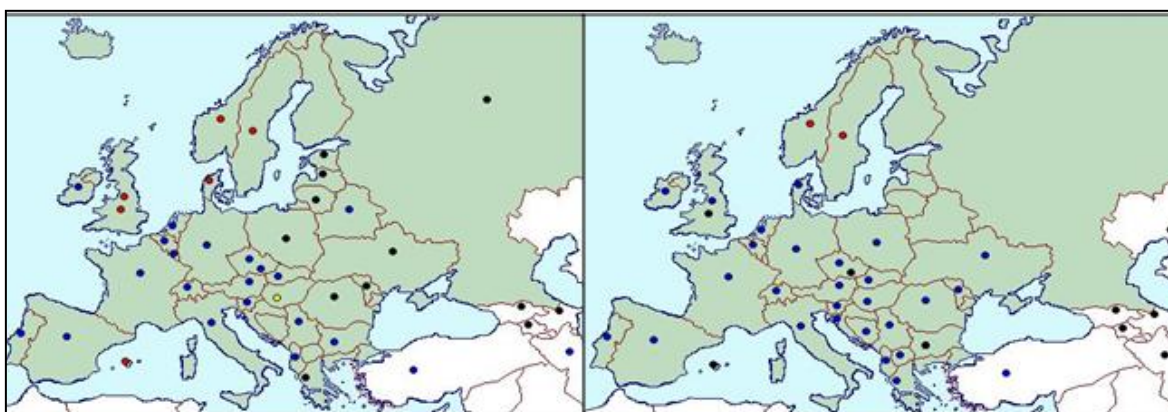
Õied väga lühikestel raagudel (0,1 – 0,2 cm pikad), tihedalt kimpudes. Tolmukaid 4 – 5, tolmukotid roostepunased. Tiibvili ovaalne või äraspidimunajas, seeme asetseb tiiva ülemises osas, tiib on väljalõikega ja karvadeta (Laas 1987).

Laas (1987) järgi on põldjalaka areaal suurema soojanõudlikkuse tõttu märksa piiratum, kasvab peamiselt metsastepi- ja stepivööndis. Mullastiku suhtes vähenõudlikum, ei talu hapusid ja leetunud muldi, on aga väga põuakindel. Valgusnõudlikum kui künnapuu (*Ulmus laevis*) ning puit on sarnane hariliku jalaka (*Ulmus glabra*) puiduga.

Meil peamiselt dekoratiivse tähtsusega, kasvab võrdlemisi madalakasvulise III kõrgusjärgu (kõrgus vahemikus 7 – 15 m) puuna ning on küllalt külmakindel. Lehed püsivad sügisel kaua rohelised (Laas 1987).

## 1.2 Jalakasurm

Nagu harilik jalakas (*Ulmus glabra*), kannatab ka künnapuu (*Ulmus laevis*) vanemas eas jalakasurma all (Laas 1987). Jalaka kultivaridest on 'Camperdownii' (*Ulmus glabra* 'Camperdownii') vahel jalakasurma suhtes resistentne (Johnson, More 2004). Põldjalakas (*Ulmus minor*) ja hollandi jalakas (*Ulmus x hollandica*) ei ole nii vastuvõtlikud jalakasurmale, kui kodumaised liigid (Sander 2011). Jalakasurma tekitavad kaks tihedalt seotud seeneliiki *Ophiostoma ulmi* (Buisman) Nannf. (varasemalt tuntud *Ceratocystis ulmi*) (Report on Plant Disease 2000) ja *Ophiostoma novo-ulmi* Brasier, millest viimane on invasiivne ja agressiivsem (Solla *et al.* 2005). Nende liikide levikuid Euroopas on kujutatud joonisel 2. CABI (2015) andmete järgi ei ole seni *O. novo-ulmi*'t Eestist leitud. Jalakasurm on jalakate kuivamist põhjustav seenhaigus. Haiguse tunnusteks on võrse tippude kuivamine võras ja must katkendlik ring koorealuses puidus.



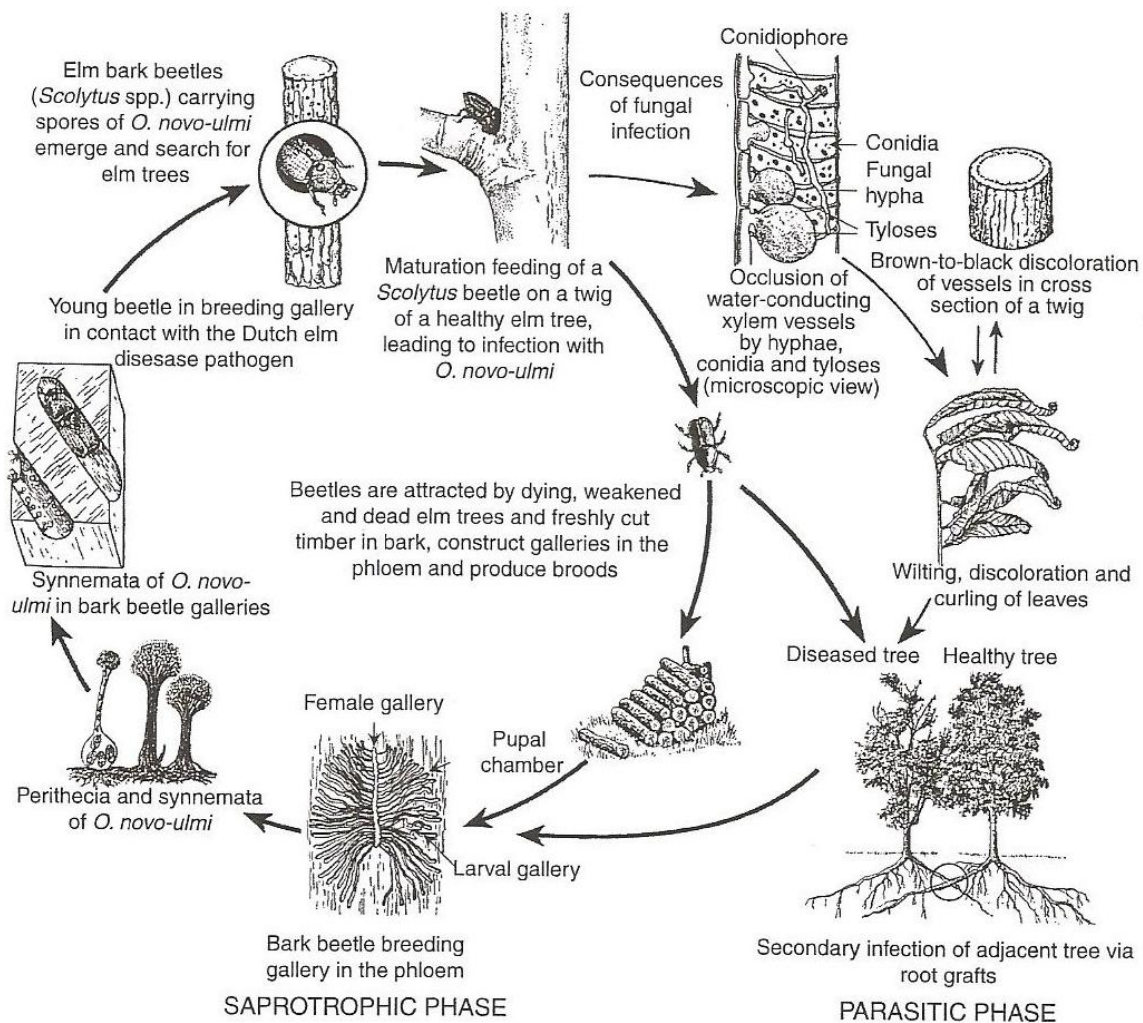
**Joonis 2.** Vasakpoolsel kaardil on kujutatud *Ophiostoma ulmi* ning parempoolsel *Ophiostoma novo-ulmi* esinemine Euroopas, kus sinised täpid näitavad seente laialdast levikut, mustad täpid hiljutist levikut, mille kohta lähem info puudub, punased täpid näitavad seda, et levik on lokaliseeritud ning kollased täpid üksikuid juhuslikke esinemisi  
*Allikas:* (CABI 2015)

1930. aastatel Euroopas laialt levima hakanud seenhaigus on hukutanud palju elujõulisi puid. Puult puule kandub maltsaüraskitega (*Scolytus* spp.). Nakkuse isoleerimiseks sulgeb puu juhtkoed, millest edasi jääb võrse nälga ja sureb mõne päevaga. Juurestik jääb nakatunud puul tavaliselt ellu ja enamik jalakaid suudab kasvatada kannuvõsust kiiresti

uue tüve, mis aga harilikult kümne aasta pärast, kui tüvi on putukate rüüsteks piisava jämedusega, nakatub taas seenest (Kaar 2011).

### 1.2.1 Haiguse levimine

Nagu juba eelnevalt mainitud, siis peamiselt levitavad seda haigust Euroopas ja Põhja-Ameerikas maltsaüraskid: suur-maltsaürask (*Scolytus scolytus*), väike-maltsaürask (*Scolytus multistriatus*) (joonis 3) ja *Hylurgopinus rufipes* (Dutchtrig 2015). Eestis esinevad neist nii suur-maltsaürask kui väike-maltsaürask (Eesti üraseklaste ... 2015). Üraseklid kannavad oma kehaga edasi seente eoseid ja nakatavad puu võra ülemises osas lehtede harunemise kohal. Nakatumine saab alguse ühest kindlast oksast või võra ülemisest osast ning liigub järk-järgult alla tüve suunas ja nakatab kogu puu (Dutchtrig 2015).



**Joonis 3.** Jalakasurma arengutsükkel ja levimine *Allikas:* (Kirisits 2013)



Jalakad, mis kasvavad üksteisega kõrvuti on sageli juuripidi kokku kasvanud. Haigus levib ühelt nakatunud puult temaga külgnevale tervele jalakale juurte kaudu, seda isegi pärast haigestunud jalaka eemaldamist. Need sümptomid erinevad maltsaüraskite poolt põhjustatud kahjustustest, s.o lokaliseeritud ülevalt-alla kahjustuse asemel, närbub kogu võra alt-üles. Seda tüüpi jalakate kahjustust saab ainult peatada raiumisega ning kännu ja juurte eemaldamisega (Dutchtrig 2015).

### 1.2.2 Kuidas jalakasurma ära tunda

Haiguse varajases staadiumis, võib haige jalaka okste tippudes näha kollaseid/pruune kuivanud lehti. Haiguse süvenedes, terved oksad võras kuivavad ning lõppfaasis muutub kogu võra kollaseks, pruuniks ja lõpuks varisevad kõik lehed.

Ainult kahtlustatava oksa eemaldamine ja selle lõikepinna järgi võib kindlalt öelda, kas puu on nakatunud jalakasurma. Musta täpiline ring ksüleemi koes (ummistunud juhtkimbud) oksa ristlõikel otse koore all näitab, et puu on nakatunud (joonis 4). Pärast koore eemaldamist, on näha tumedad triibud piki oksa ning järgnevalt on ummistunud juhtkimbud.



**Joonis 4.** Jalakasurmale viitav ring koorealuses puidus (foto. R. Drenkhan)



Mõnel juhul võib näha ringikujulist värvuse muutust – mis tavaliselt ei moodusta täisringi, see on ilmselt tingitud eelnevast nakkusest, mille puu edukalt võis üle elada. See on võimalik siis, kui puu nakatub hilisel kasvuperioodil (august-september). Seejärel siseneb varakult talvisesse puhkeperioodi, ikka arenenud pungade ja piisava toitainete varuga. Järgmisel kevadel, kui puu moodustab uue maltspuidu, jääb seen eelmise suve lülipuidu ja uue maltspuidu vahele. Uuringud on näidanud, et seente eosed võivad suletud tingimustes säilitada oma idanemisvõime ka aastate pärast (kuni 14 aastat) (Dutchtrig 2015).

### **1.2.3 Jalakasurma tõrje ja ennetamine**

1983. aastal patenteeriti Saksamaal Kieli ülikooli prof. Jörg Sauteri meetod jalakasurma raviks: haigesse puusse puuritakse auk, millesse viiakse teatavat fungitsiidi ja insektitsiidi, mis levivad üle kogu puu kiirusega 10–50 m/h. Fungitsiid hävitab seenetekitaja ja insektitsiid haiguse siirdaja – ürase. Meetodit peetakse seniste tulemuste põhjal väga tõhusaks. Loodetakse, et sellega suudetakse jalakasurmale lõpuks panna piir. Eestis ei ole seda katsetatud, põhjuseks on kas teadmatus sellest kemikaalist või muud takistused (Kaar 2011). Kuna viimased teaduslikud artiklid ei kinnita väga veenvalt nimetatud jalakasurma ravi kiidetud tõhusust, seetõttu on enne kasutuselevõttu meie Eesti keskkonnas nimetatud meetodikat vajalik testida (Rein Drenkhani kommentaar).

Praeguseks ajaks on olemas erinevaid profülaktilisi kemikaale, millega haiguse levikut tõkestada. Hetkel saadaolevad fungitsiidid ei ole efektiivsed juurte kaudu levinud haiguse ravimisel, kuid maltsaüraskite poolt edasi kantud infektsiooni korral võivad need osutada efektiivseks nii ennetamisel kui ravimisel (Haugen, Stennes 1999).

Jalakasurma ennetamiseks soovitab ettevõtte Arborjet viia tüvesse Propizol® fungitsiidi (14.3% propikonasool) kasutades TREE I.V. MICRO INFUSION KIT'i. Seda soovitatakse teha kevadel enne ürasekite lendu, või ka sügisel, mil puud suudavad seda omastada ehk ajal mil puud ei ole veel puhkeseisundis. Piisav mullaniiskus ja suhteliselt kõrge õhuniiskus soodustavad fungitsiidi omastamist, kuum ilm ja kuiv muld pidurdavad seda. Suvel on soovitus tõrjet teha hommikul vara kiiremaks omastamiseks. Enne fungitsiidi kasutamist hinnata puu tervislikku seisundist, sest antud fungitsiidi efektiivsus oleneb sellest, näiteks

puu mille võra on rohkem kui 50% kuivanud, ei anna enam häid tulemusi. Propizol on parim vahend, mida kasutada enne haigussümptomite avaldumist. Kuni 60% nakatunud jalakatest on taastunud kasutades kuivanud okste kärpimist ja vastavat fungitsiidi (Arborjet 2015).

Juba on tehtud uurimusi ka endofüütsete seente kasutamisest jalakasurmaga võitlemisel. Martin *et al.* (2012) järgi isoleeriti tervete põldjalakate (*Ulmus minor*) koorest ja ksüleemirakkudest endofüüteid seeni, et testida nende mõju jalakasurma suhtes. *In vivo* katse tulemusena selgus, et eelnevalt endofüütidega nakatatud puud, mida hiljem nakatati *Ophiostoma novo-ulmi*'ga näitasid väiksemat lehtede närbumise protsenti, kui ainult haigustekitajaga nakatatud puud. Need tulemused annavad uusi väljavaateid, et hinnata endofüütide potentsiaali jalakasurma ennetamisel ja nende rolli metsaökosüsteemides.

Lisaks eelnevale on võimalik kasvatada haiguskindlaid hübriide, näiteks jalakat Resista<sup>®</sup>, mille puhul on tegemist jaapani ja madala jalaka hübriidiga (*Ulmus japonica* x *Ulmus pumila*) (Resista<sup>®</sup>-elms 2015). Eestis seda hübriidi veel ei kasva, aga Lorberg'i puukool soovib suurema projekti raames neid puid istutada ka Eestisse rahvusvahelise jalgrattatee R1 äärde, mis kulgeb Valgast Narvani läbi Tartu, Räpina, Kallaste ja Jõhvi. Eestisse on plaanis istutada kokku umbes 50 puud, igasse kohta soovitakse istutada umbes 10 – 14 puust koosnev grupp. Antud liik on Eestis võõrliik, mida ei tohi loodusesse viia, kuid tohib istutada haljasaladele, õuemaale ja mujale (Alavere 2015).

Jalaka Resista<sup>®</sup> sordid 'New Horizon' ja 'Rebona' on silmapaistva resistentsusega jalakasurma (nii *Ophiostoma ulmi* ja *O. novo-ulmi*) suhtes, neid on pidevalt testitud alates 1979. aastast. New Horizon talub hästi kompaktseid muldi, tihedat liiklust, tuult ja külma ning talub ka üleujutusi. Rebona talub samuti neid tingimusi ning sobib hästi just märjematesse kasvukohtadesse (Resista<sup>®</sup>-elms 2015).

Valdavalt on neid istutatud Euroopa keskosas, Skandinaaviasse neid veel istutatud ei ole. 1993. aastast on sorti 'New Horizon' müüdud üle Euroopa. Kuni 2010. aastani istutati rohkem kui 30 000 puud, teated jalakasurmast puuduvad (Resista<sup>®</sup>-elms 2015).

## 2. MATERJAL JA METOODIKA

### 2.1 Algandmed

Proove koguti Tallinnas Stroomi rannapargi Kopli tänava poolses nurgas, Kopli kalmistupargis, Lõime ja Suur-Ameerika tänavatel ning Taksopargi peatuse juures kasvavatelt põldjalakatelt (*Ulmus minor*) ja harilikelt jalakatelt (*Ulmus glabra*). Kari tänavalt ja Kõue-Triigi mõisapargist proove ei kogutud. Tihemetsas koguti proove Voltveti mõisa- ja dendropargis. Välitöid teostati Tallinnas ja Kõue-Triigi mõisapargis 04.10.2014 ja Tihemetsas 06.10.2014. Lisaks sellele hinnati ka vaadeldud puude tervislikku seisundit vastavate haigusklasside järgi, mida on kirjeldatud vastavas metoodika osas.

Koordinaatide võtmiseks kasutati GPS seadet. Oksi lõigati teleskoopvarrega oksakääridega ning enne järgmiselt puult okste lõikamist desinfitseeriti töövahendeid piiritusega. Välitöödel kogutud andmed kanti vastavasse tabelisse, mis on esitatud lisades 6 – 13. Koordinaate võeti 153-lt vaadeldud puult või puude grupilt, proove võeti neist 48-lt, sealhulgas nii haigustunnustega kui ka tervetelt puudelt.

Proove võeti sümptomaatilistest ja asümptomaatilistest okstest. Lõigatud okste pikkuseks jäi vähemalt 10 – 15 sentimeetrit. Ühe puu kohta võeti vähemalt kolm haigussümptomitega (jalakasurma tunnustega) oksa. Ühe uuringuala kohta võeti võimalikult palju proove, mida oli võimalik kätte saada.

Proovidega täidetud kottidele kirjutati järgmine informatsioon:

- puuliik (jalakas/ künnapuu);
- pargi või siis tänava nimi (või suurem üksus);
- haigusklass (nr. 1, nr. 2; nr. 3, nr. 4 ja nr. 5);
- geograafilised koordinaadid (iga puu eraldi või siis grupi koordinaadid);
- proovivõtu kuupäev, ning iga puu unikaalne number .

## 2.2 Metoodika kirjeldus

Tervislikku seisundit (ehk haigusklassi) hinnati järgmiselt:

- Esimesse haigusklassi arvati täiesti terved puud (lisa 1)
- Teise haigusklassi arvati puud, mille võras esines kuivi oksa enam kui 10% ulatuses (lisa 2)
- Kolmandasse haigusklassi arvati puud, mille võra ülemine osa või siis pool võrast oli kuivanud (lisa 3)
- Neljandasse haigusklassi arvati puud, mille võras olid mõned üksikud elavad oksad (lisa 4)
- Viiesse haigusklassi arvati puud, mis olid surnud (lisa 5)

Lisaks jalakasurma tunnuste otsimisele pöörati tähelepanu ka sellele, kas harilikul jalakal (*Ulmus glabra*), künnapuul (*Ulmus laevis*), põldjalakal (*Ulmus minor*) ja hübriididel esineb veel mingeid teisi patogeene (nt seene viljakehi).

## 2.3 Lühitutvustus proovialadest

### 2.3.1 Stroomi rannapark

Stroomi rannapargi suuruseks on 31,2 hektarit ja pikkuseks umbes 1,3 kilomeetrit ning see asub Pelguranna tänava ja mere vahel. Pargiks hakati rannaala kujundama 1934. aastal. Laialdaselt istutati ebajasmiine (*Philadelphus*), hobukastaneid (*Aesculus*), jalakaid (*Ulmus*), kaskesid (*Betula*), lehiseid (*Larix*), läätspuid (*Caragana*), sireleid (*Syringa*), tammesid (*Quercus*) jt. Taimed saadi Veskimetsa puukoolist.

2004. aastal kasvas rannapargis 51 nimetust puittaimi. Kõige sagedasemad olid alal rühmiti istutatud kased (rohkesti aru- ja sookase hübriidi – kuldkaske (*Betula × aurata*)), männid (*Pinus*), tammed ja pärnad (*Tilia*). Suuremad rühmad olid veel harilikust jalakast (*Ulmus glabra*) ja berliini paplist (*Populus x berolinensis*). Piki tänavaid ja jalgteid on istutatud tammesid (ka kultivar `Fastigiata`), harilikke hobukastaneid (*Aesculus hippocastanum*), hõberemmelga (*Salix alba*) kultivari `Vitellina Pendula`, mägivahtrat (*Acer*

*pseudoplatanus*). Okaspuudest on istutatud mändidele lisaks vene (*Larix sibirica*) ja euroopa lehised (*Larix decidua*). Lõunapoolses osas piki kraave kasvavad looduslikud sanglepad (*Alnus glutinosa*). Põõsarindes oli 17 liiki, kõige ulatuslikumalt kasvas luidete piirkonnas kurdlehine kibuvits (*Rosa rugosa*) (Ploompuu 2006).

### 2.3.2 Kopli kalmistupark

Kopli kalmistupark, mille pindalaks on 8,6 hektarit, asub Tallinnas Kopli poolsaarel. Kopli kalmistu on muinsuskaitse all. Endine surnuaed on pargina looduskaitse all aastast 1993. Aastail 1960–1980 rajati pargiks muudetud kalmistule laste mänguväljakud, kõlakoda ja lõbustuspark. Aastail 2002–2006 rekonstrueeriti hävitatud rahupaik arhitekt K. Lootuse projekti järgi kalmistupargiks.

Tänapäeval on kalmistupark keskmise liigirikkusega, seal kasvab 55 taksonit puid ja põõsaid (2008). Enamuses on vahtrad (*Acer*), pärnad (*Tilia*) ja tammed (*Quercus*). Niiskemas idaosas on sookaski (*Betula pubescens*) ja sangleppi (*Alnus glutinosa*), pargi lääneosas on palju hobukastaneid (*Aesculus hippocastanum*). Haruldus on keskalleel kasvav rippuvate okstega hariliku jalaka kultivar 'Pendula' (*Ulmus glabra* 'Pendula'). Pargi kaguosas kasvavad vihmavarju-kujulise võraga jalaka kultivar 'Camperdownii' (*Ulmus glabra* 'Camperdownii') (Keskkonnaamet 2015).

### 2.3.3 Tänavahaljastustest

Lõime tänava haljastuses on valitsevateks puuliikideks harilikud jalakad (*Ulmus glabra*) ning leidub ka harilikke hobukastaneid (*Aesculus hippocastanum*). Lisaks sellele on märgata ka kände antud allees. Taksopargi ristis – Taksopargi peatuse juures kasvab kolm puud, millest üks on harilik jalakas ning kahe puhul on tegemist põldjalakatega (*Ulmus minor*). Suur-Ameerika tänaval kasvab 12 harilikku jalakat, lisaks sellele on allees märgata ka kände. Kari tänav 20 – maja taga kasvab 10 harilikku jalakat, millest kõik on püगतud välimusega.

### 2.3.4 Kõue-Triigi mõisapark

Kõue-Triigi mõisapark, mille pindalaks on 15,2 hektarit, on registreeritud Keskkonnaregistris koodiga KLO1200405. Park asub Kose vallas Harjumaal. Tegemist on kaitsealuse pargiga, mille valitsejaks on Keskkonnaameti Harju-Järva-Rapla regioon (Keskkonnaregistri avalik teenus 2015). Selle pargi puhul on tegemist V kategooria maastikukaitsealaga (looduspark) (Eelis 2015). Peamiselt on esindatud harilikud vahtrad (*Acer platanoides*), jalakad (*Ulmus glabra*), saared (*Fraxinus excelsior*) ja pärnad (*Tilia cordata*).

### 2.3.5 Voltveti mõisapark ja dendropark (arboreetum)

Voltveti mõisapargi kujundamine algas 18. sajandi teisel poolel koos mõisa esimese härrastemaja ehitamisega, mis asus oru kaldal. Hilisema, suurema mõisahoone ehitamisega koos laiendati ka parki, kujundades peamaja ümbruse eriti suurejooneliseks. Arboreetumi rajamist alustati 1930. aastatel (Tihemetsa pargid ... 2011). Voltveti pargis on kinnis- ja ehitismälestisi, mistõttu kuulub park ka muinsuskaitse alla (Kultuurimälestiseks tunnistamine 1998).

Riikliku kaitse alla kuulub park alates 1959. aastast Eesti NSV Ministrite Nõukogu 5. juuni määruse nr. 218 alusel. Eelmainitud määruse „Abinõudest parkide säilitamiseks ja korrastamiseks Vabariigis“ lisast saame teada, et park kandis siis Tihemetsa Metsatehnilise Tehnikumi pargi ja dendraariumi nimetust. Parki iseloomustas toona huvitav kanalite ja tiikide süsteem ning esindatud oli umbes 150 võõrpuuliiki, nende hulgas palju haruldusi.

Voltveti ehk Tihemetsa mõisapark (13,7 ha) on registreeritud Keskkonnaregistris koodiga KLO1200062. Park asub Tihemetsa alevikus ning selle valitsejaks on Keskkonnaameti Pärnu-Viljandi regioon (Keskkonnaregistri avalik teenus 2015). Selle pargi puhul on tegemist V kategooria maastikukaitsealaga (looduspark) (Eelis 2015).

Voltveti mõisapargi ja arboreetumi dendroloogilise ülevaate koostas Maaülikooli dendroloog ja metsandusteaduskonna õppejõud Eino Laas. 2006. aasta seisuga oli mõisapargis fikseeritud 1078 numbrilist puud, erinevaid puuliike - 39. Kuna hariliku pärna

(*Tilia cordata*), saare (*Fraxinus excelsior*), jalaka (*Ulmus glabra*), vahtra (*Acer platanoides*) ja tamme (*Quercus robur*) tüved moodustavad kokku 833 ehk 77% puudest, siis mõjub pargi vanim osa laialehelise puistuna. Pargis kasvab kõige enam pärnapuid (198). Rohkusest järgnevad saared (196), jalakad (185) ja vahtrad (166). Jõulist tammepuud on mõisapargis tagasihoidlikult – 88 puud. Künnapuid (*Ulmus laevis*) esindatud üsna vähe, kõigest 5 puud. Arboristiks pürgiv Erik Rist (2015) viis oma lõputöö tarbeks pargis läbi inventuuri, mille käigus selgus, et jalakaid on alles 87 tükki.

## 2.4 Haigustekitajate isoleerimine

Laboris lõigati proovioksi lühemaks ja pandi valmis edasisteks töödeks steriilses keskkonnas – laminaarkapis. Laboris töötades kasutati kummikindaid, mida puhastati enne järgmise proovi ettevalmistust piiritusega. Sarnaselt toimiti ka tööpinna ja -vahenditega (skalpell).

Skalpelliga esmalt eemaldati koor ja siis õhuke kiht puitu, ning seejärel lõigati kahjustatud ja terve puidu piirilt õhukesed laastud, mis asetati söötmele. Iga proovi kohta asetati söötmele vähemalt 8 puidutükki. Petri tassid suleti parafilmiga ja jäeti kappi seisma toatemperatuurile. Paralleelselt söötmetele külvamiseks pandi iga proovi puidutükke kahte microcentrifuge tuubi (MCT), millest hiljem eraldati DNA lisaanalüüsiks.

Puhaskultuuride ümberkülvid tehti kultuuridest, mis võisid viidata jalakasurmale. Esialgselt söötmele lõigati steriilse skalpelliga pisike tükike ning viidi puhtale virdeagari söötmele. Ümberkülvid samuti suleti parafilmiga ning jäeti kappi seisma. Selleks, et hiljem DNA-d eraldada, tuli puhaskultuuride pinnalt võtta seene mütseeli ning panna MCT tuubidesse.

## 2.5 DNA eraldamine ja PCR

Puhaskultuuridest ja puidust DNA eraldamiseks kasutati E.Z.N.A. Fungal DNA Mini Kit'i (Omega Bio-Tek, Inc., USA). DNA eraldamisel järgiti tootjapoolset protokollit. Pärast

asetati eraldatud DNA numbrilisse järjekorda sügavkülma (vähemalt -20°C), seda säilitati seal kuni PCR reaktsioonide läbiviimiseni.

### **2.5.1. PCR-segu valmistamine**

PCR segu valmistamise aluseks oli Solis BioDyne 5x HOT FIREPoL Blend Master Mix (7,5 mM MgCl<sub>2</sub>), kuhu lisati praimereid mtsr1 (5'- AGTGGTGTACAGGTGAG-3') ja mtsr2 (5'- CGAGTGGTTAGTACAATCC-3') (Gibb, Hausner 2005) ning DNA vaba vett. Termotsükleris järgiti Gibb ja Hausner (2005) soovitatud protokoll. Uuritava proovi DNA regioonide amplifitseerimised viidi läbi Termotsükleril Biometra, Tprofessional (Saksamaa).

Lisaks kasutati veel kõrgemate seenerühmade praimereid ITS1F (5'- CTTGGTCATTTAGAGGAAGTAA-3') (Gardens, Bruns 1993) ning ITS4 (5'- TCCTCCGCTTATTGATATGC-3') (White *et al.* 1990). PCR segu ja PCR tsükleid tehti vastavalt protokollile (Drenkhan *et al.* 2014).

### **2.5.2. PCR produkti kontrollimine agarosgeelis**

Esmalt valmistati vastavalt juhendile agarosgeel, mis sisaldas 100 ml 0,5xTBE-d (Trisboraat-EDTA, Naxo OÜ) puhvrit, 1g agarosi (SeaKem® LE Agarose, Lonza), ning 9µl etiidiumbromiidi (EtBr, Naxo OÜ). Kui kasutati PCR'i produkti, mis oli värvitu tuli seda enne segada parafilmil 6x Blue Loading Dye-ga (Naxo OÜ) ning kui kasutati roheline värvusega PCR'i produkti sai selle kohe kanda geeli. Kõigepealt lisati rea algusesse DNA Ladder pikkusega 300 kuni 5000 bp ning seejärel kanti järgmistesse avadesse PCR'i produkt, misjärel käivitati elektroforeesi protsess (75 V pinge juures 55 min).

Amplifitseeritud DNA lõigu olemasolu ja vastava lõigu pikkus geelil tehti kindlaks UV kiirte all vastava transilluminaatoriga Quantum ST4- 3026/WL/25M. Geelipilti töödeldi tarkvaraga Quantum ST4 Express v16.04.



### 2.5.3 Proovide sekveneerimine

*Ophiostoma novo-ulmi* määramiseks kasutati ITS piirkonna sekveneerimist kolmelt proovilt eraldatud DNA-st. Sekveneerimisele saadeti PCR produktid, mis olid tehtud praimeritega ITS1F ja ITS4.

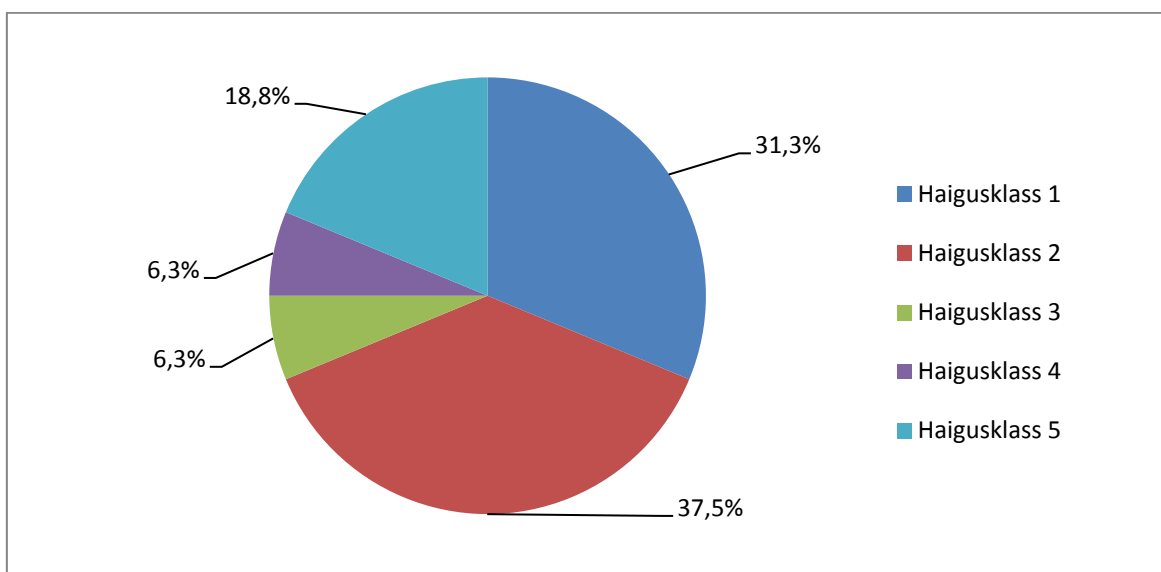
Vastavate PCR produktide sekveneerimised viidi läbi Eesti Biokeskuses Tartus. Sekveneerimisel kasutati praimerit ITS5 (5`GGAAGTAAAAGTCGTAACAAGG-3`). DNA järjestuste analüüsiks kasutati programmi BIOEDIT 7.0.9.0 (GeneCodes Corp., Ann Arbor, MI, USA). Saadud tulemusi võrreldi rahvusvahelises geenipangas (NCBI) olevate seeneliikide andmestikuga.

### 3. TULEMUSED

#### 3.1 Proovikogumise asukoha järgi hinnangud *Ulmus* perekonna liikide tervisliku seisundi kohta

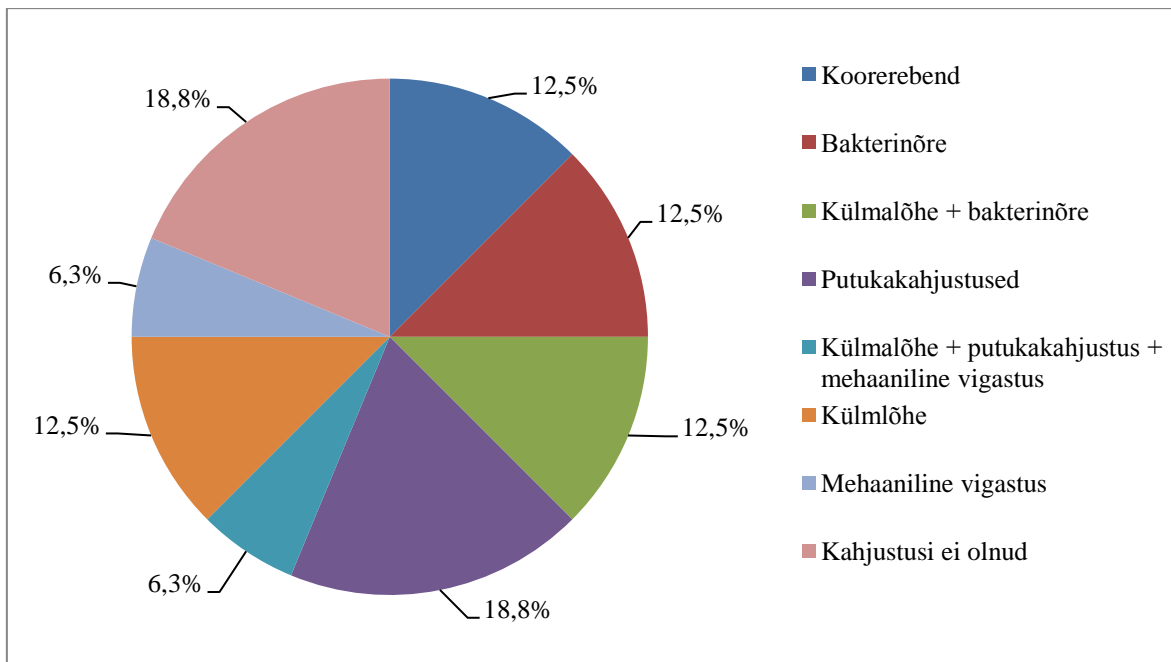
##### 3.1.1 Stroomi rannapark

Haigusklasside järgi jagunesid Stroomi rannapargis vaadeldud 16 harilikku jalakat (*Ulmus glabra*) järgmiselt: esimesse arvati 5 (31,3%), teise 6 (37,5%), kolmandasse 1 (6,3%), neljandasse 1 (6,3%) ning viiendasse 3 (18,8%) puud (joonis 5).



**Joonis 5.** Hariliku jalaka jagunemine haigusklassidesse Stroomi rannapargis

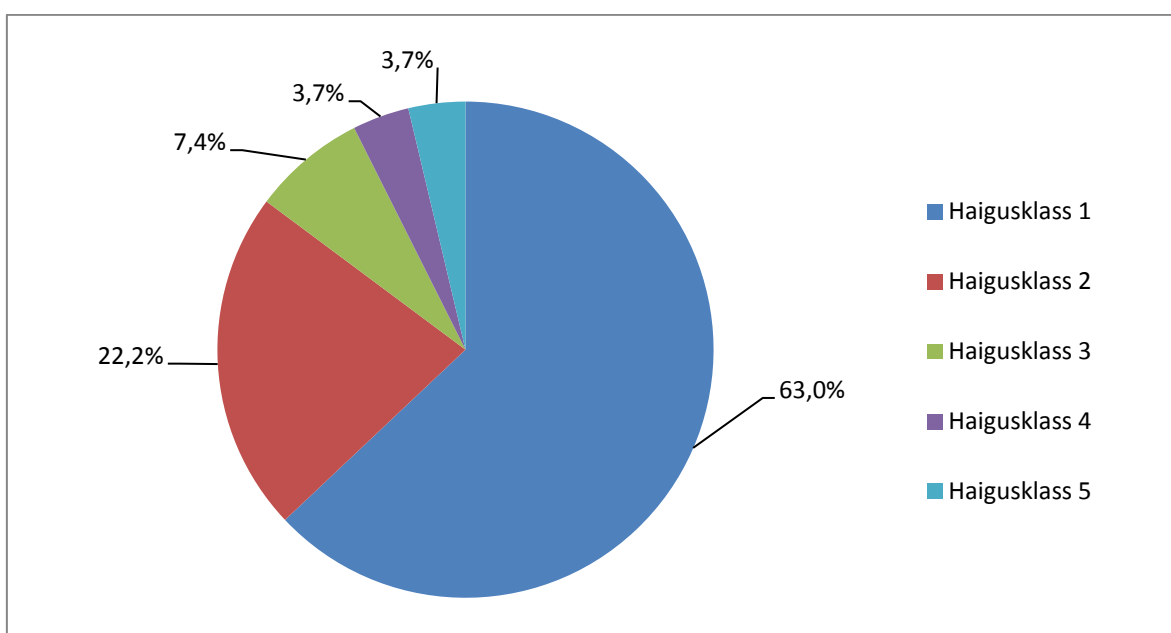
Kahjustustena toodi välja järgmised tunnused: koorerebendid 2 (12,5%), ühel neist esines veel ka jalakapässik (*Inonotus ulmicola*), bakterinõre 2 (12,5%), bakterinõre ja külmalõhed 2 (12,5%), putukakahjustused 3 (18,8%), millest ühel juhul oli tegemist ürasekahjustustega. Külmalõhed olid 2 (12,5%), mehaaniline vigastus 1 (6,3%) ja külmalõhe koos putukakahjustuse ning mehaanilise vigastusega 1 (6,3%) puul. Kolmel (18,8%) puul kahjustusi ei esinenud (joonis 6).



**Joonis 6.** Stroomi rannapargis esinenud kahjustused

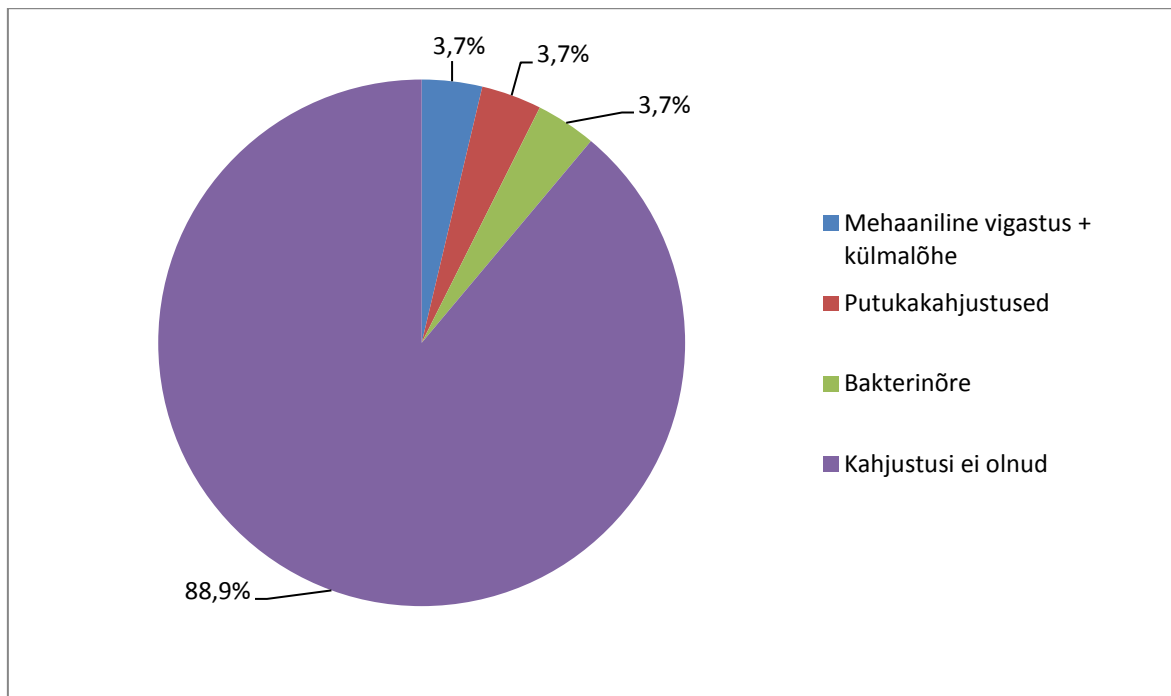
### 3.1.2 Kopli kalmistupark

Haigusklasside järgi jagunesid Kopli kalmistupargis vaadeldud 27 harilikku jalakat (*Ulmus glabra*) järgmiselt: esimesse arvati 17 (63,0%), teise 6 (22,2%), kolmandasse 2 (7,4%), neljandasse 1 (3,7%) ning viiendasse 1 (3,7%) puu (joonis 7).



**Joonis 7.** Hariliku jalaka jagunemine haigusklassidesse Kopli kalmistupargis

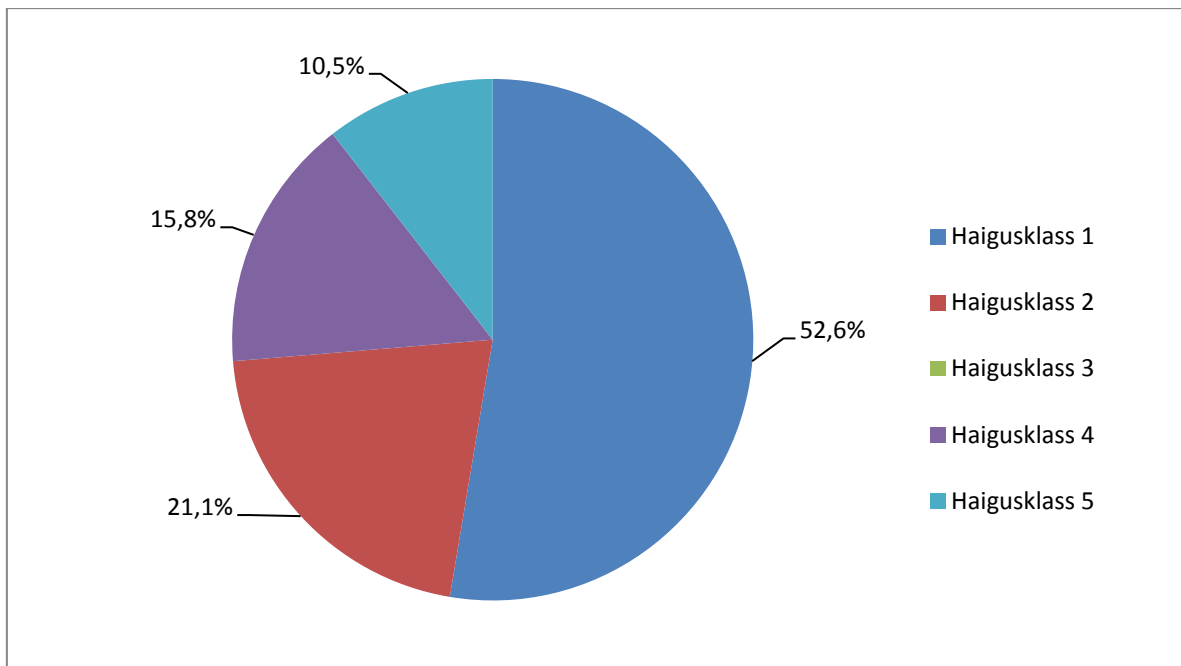
Kahjustustena toodi välja järgmised tunnused: mehaaniline vigastus koos külmalõhega 1 (3,7%), putukakahjustused 1 (3,7%) ja bakterinõre 1 (3,7%) puul. Ülejäänud 24 (88,9%) puul vigastusi ei esinenud, kuid ühel puul oli juurekaela ümber näha traatvõrku (joonis 8).



**Joonis 8.** Kopli kalmistupargis esinenud kahjustused

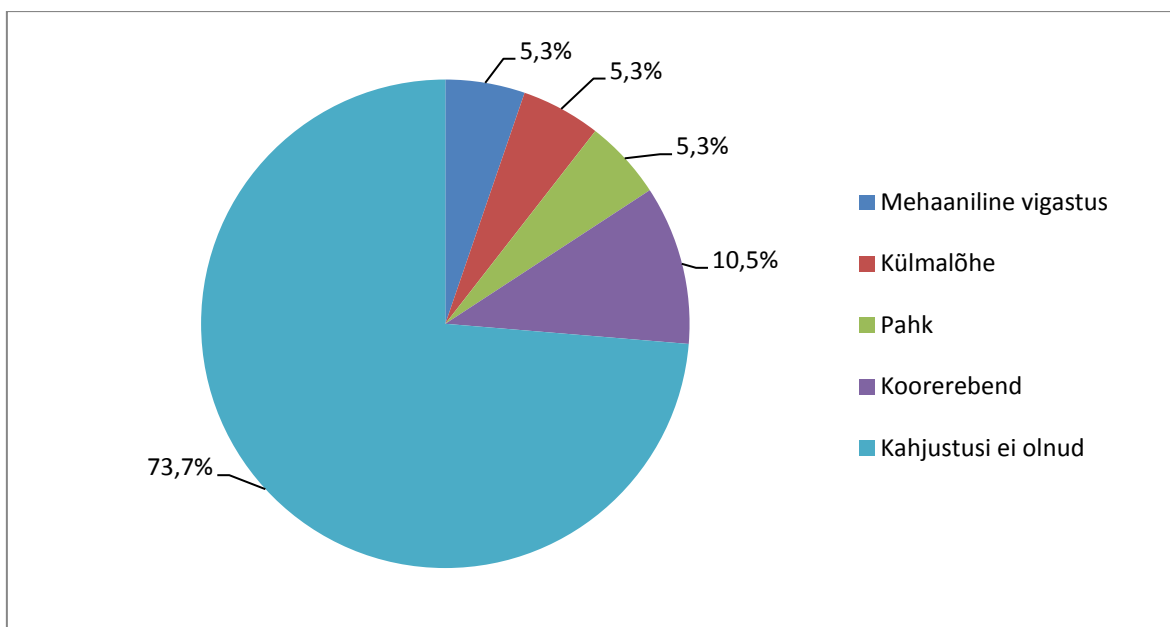
### 3.1.3 Lõime tänav

Haigusklasside järgi jagunesid Lõime tänaval vaadeldud 19 harilikku jalakat (*Ulmus glabra*) järgmiselt: esimesse arvati 10 (52,6%), teise 4 (21,1%), neljandasse 3 (15,8%) ning viiendasse 2 (10,5%) puud (joonis 9). Kolmandasse haigusklassi ei arvatud ühtegi puud.



**Joonis 9.** Hariliku jalaka jagunemine haigusklassidesse Lõime tänaval

Kahjustustena täheldati koorerebendeid 2 (10,5%), mehaanilist vigastust 1 (5,3%), külmalõhet 1 (5,3%) ning pahka 1 (5,3%) puul. Ülejäänud 14 (73,7%) puul kahjustusi ei esinenud (joonis 10).



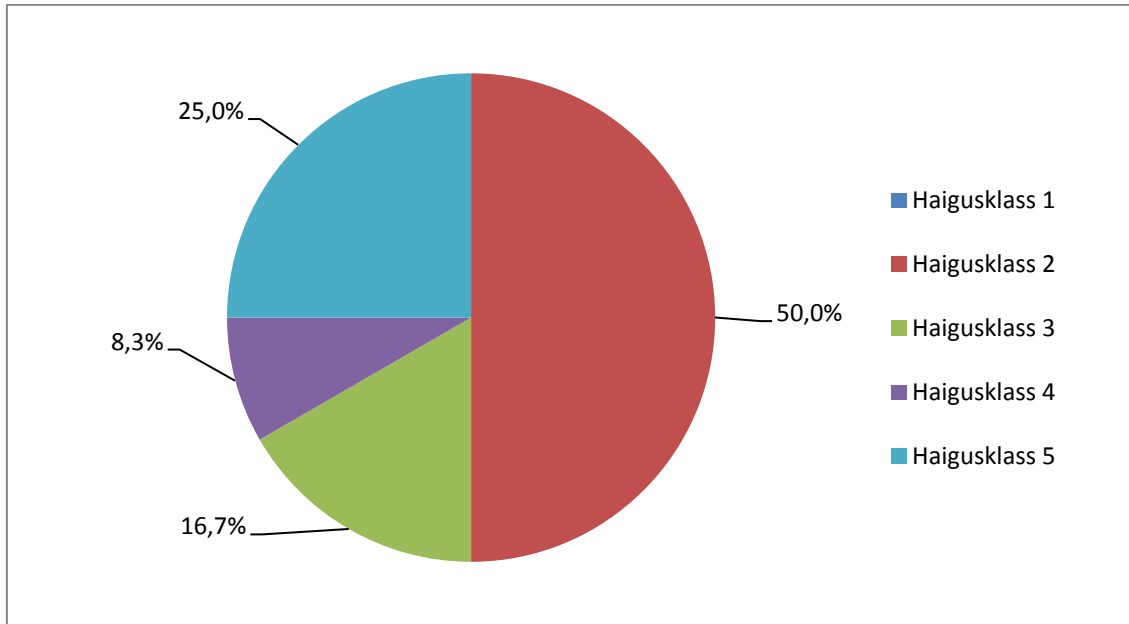
**Joonis 10.** Lõime tänaval esinenud kahjustused

### 3.1.4 Taksopargi rist – Taksopargi peatuse juures

Taksopargi ristis Taksopargi peatuse juures vaadeldud kahe põldjalaka (*Ulmus minor*) ja hariliku jalaka (*Ulmus glabra*) tervislikku seisundit hinnati järgmiselt: esimesse haigusklassi arvati üks põldjalakas ning neljandasse ülejäänud kaks puud. Kahjustusi ei täheldatud.

### 3.1.5 Suur-Ameerika tänav

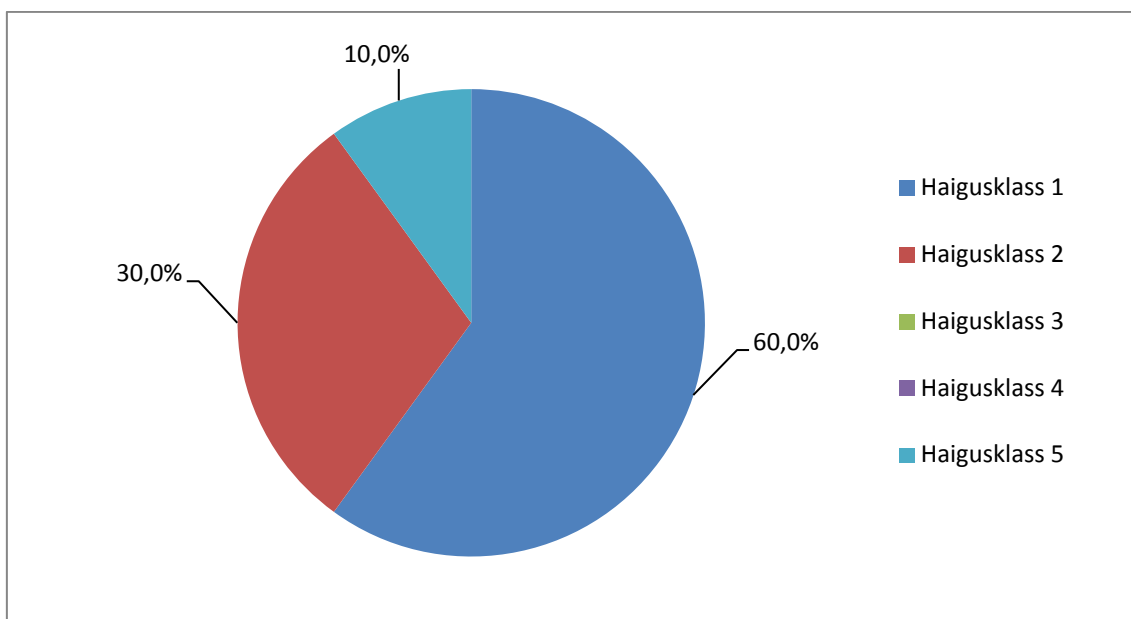
Haigusklasside järgi jagunesid Suur-Ameerika tänaval vaadeldud 12 harilikku jalakat (*Ulmus glabra*) järgmiselt: esimesse ei arvatud ühtegi puud, teise arvati 6 (50,0%), kolmandasse 2 (16,7%), neljandasse 1 (8,3%) ning viiendasse 3 (25,0%) puud (joonis 11). Iseäraliku tunnuseks olid sellel tänaval kõigil jalakatel nekrootilised lehed.



**Joonis 11.** Hariliku jalaka jagunemine haigusklassidesse Suur-Ameerika tänaval

### 3.1.6 Kari tänav 20– maja taga

Haigusklasside järgi jagunesid Kari tänaval vaadeldud 10 pügatud harilikku jalakat (*Ulmus glabra*) järgmiselt: esimesse arvati 6 (60,0%), teise 3 (30,0%) ja viiendasse 1 (10,0%) puu. Kolmandasse ja neljandasse haigusklassi ei arvatud ühtegi puud (joonis 12).

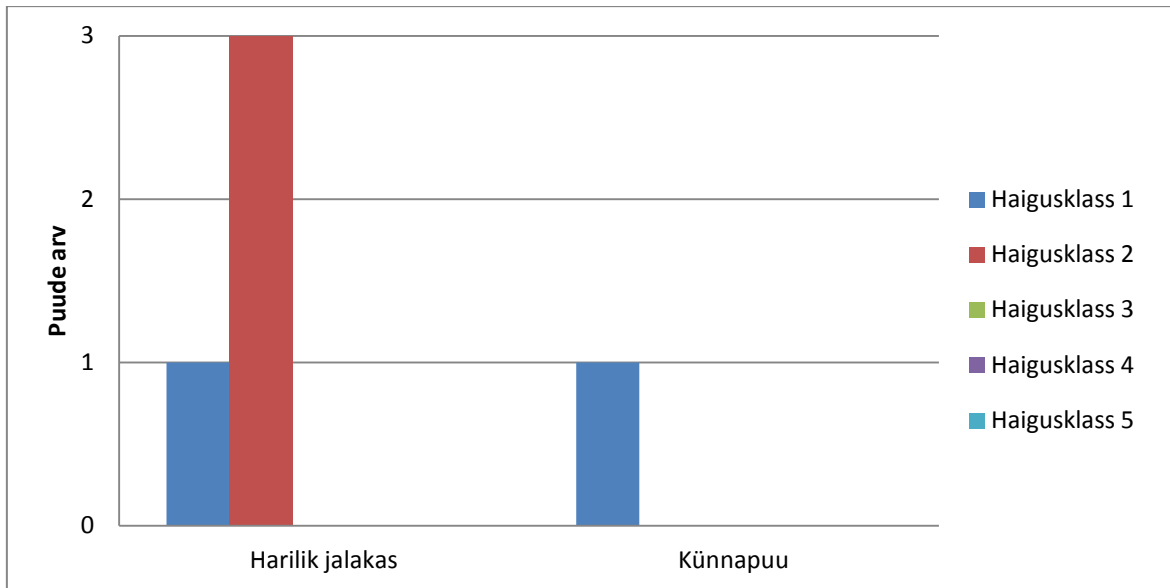


**Joonis 12.** Hariliku jalaka jagunemine haigusklassidesse Kari tänav 20 maja taga

Kahjustustena oli jalaka tüvedel näha pahkasid 2 (20,0%) ja koorerebendit 1 (10,0%) ning ülejäänud 7 (70,0%) puul muid kahjustusi ei esinenud.

### 3.1.7 Kõue-Triigi mõisapark

Kõue-Triigi mõisapargis vaadeldud viiest puust 4 olid harilikud jalakad (*Ulmus glabra*), millest kolm arvati teise haigusklassi. Üks jalakas ning ainuke künnapu (*Ulmus laevis*) arvati esimesse haigusklassi (joonis 13).

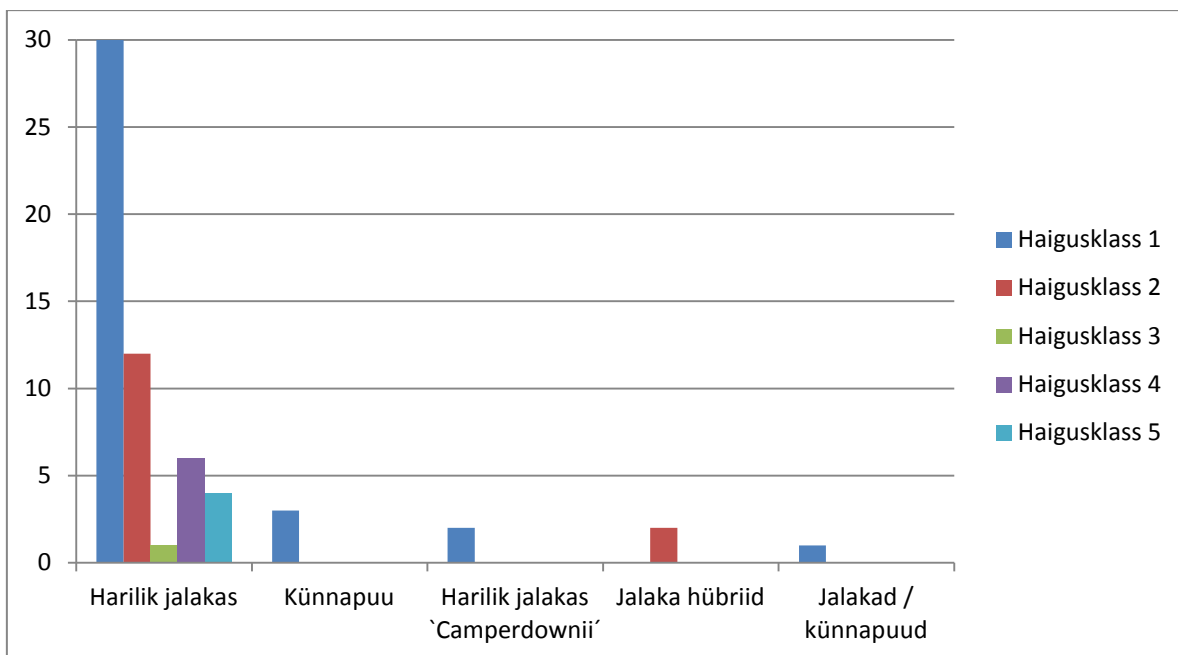


**Joonis 13.** Hariliku jalaka ja künnapuu jagunemine haigusklassidesse Kõue-Triigi mõisapargis

### 3.1.8 Voltveti (Tihemetsa) mõisapark ja dendropark

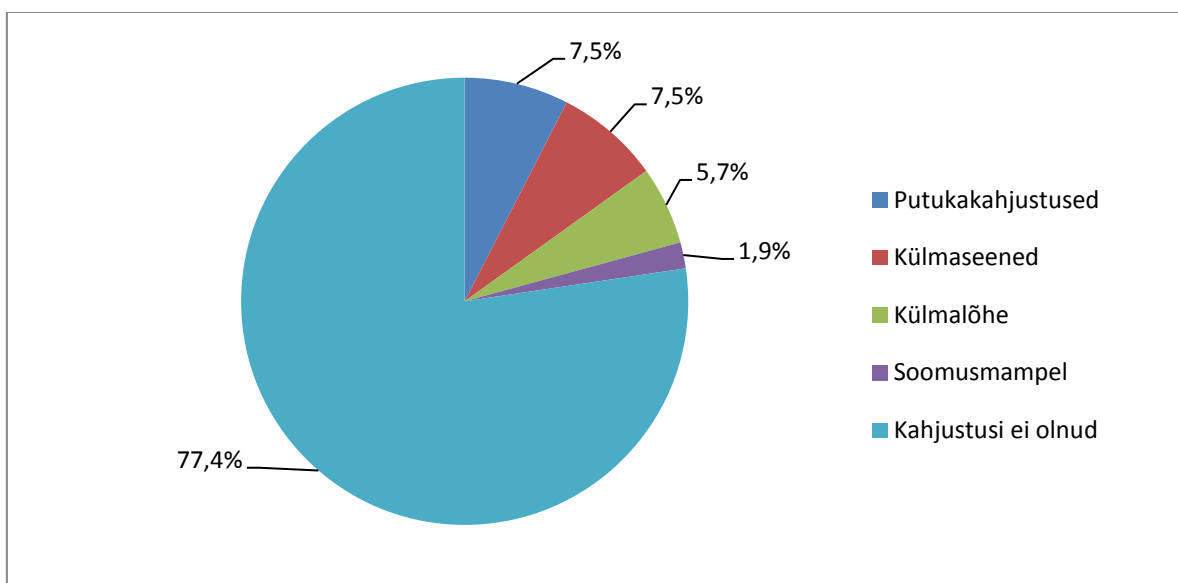
Voltveti mõisapargis vaadeldud 61 puust moodustasid valdava enamuse harilikud jalakad (*Ulmus glabra*), neist arvati esimesse 30 (56,6%), teise 12 (22,6%), kolmandasse 1 (1,9%), neljandasse 6 (11,3%) ning viiendasse haigusklassi 4 (7,5%) puud. Kaks künnapuud (*Ulmus laevis*), 2 hariliku jalaka kultivari 'Camperdownii' (*Ulmus glabra* 'Camperdownii') ning jalakate ja künnapuude grupp arvati esimesse haigusklassi ning 2 jalaka hübriidi arvati teise haigusklassi (joonis 14).





**Joonis 14.** Hariliku jalaka, künnapuude, hariliku jalaka kultivari 'Camperdownii', jalaka hübriidide ning jalakate ja künnapuude grupi jagunemine haigusklassidesse Voltveti mõisa- ja dendropargis

Kahjustustena täheldati harilikul jalakal putukakahjustusi 4 (7,5%), külmaseeni (*Armillaria*) 4 (7,5%), külmalõhet 3 (5,7%) ning soomusmampelit (*Pholiota squarrosa*) 1 (1,9%) puul. Ülejäänud 41 (77,4%) puul eelnevalt nimetatud tunnuseid ei esinenud (joonis 15). Künnapuudel, jalaka hübriididel, jalaka kultivaridel 'Camperdownii' ning jalaka ja künnapuu grupil neid tunnuseid ei täheldatud.



**Joonis 15.** Harilikul jalakal esinenud kahjustused Voltveti mõisa- ja dendropargis

### 3.1.9 Koondhinnang puude tervislikule seisundile puuliikide kaupa haljasaladel

Kokku anti hinnang tervisliku seisundi kohta 153 puule ja puude grupile. 70-st hinnatud harilikust jalakast (*Ulmus glabra*) olid 49,3% terved, 40 ehk 28,2% kuulusid teise, 6 ehk 4,2% kolmandasse, 12 ehk 8,5% neljandasse ning 14 ehk 9,9% viiendasse haigusklassi. Põldjalakatest (*Ulmus minor*) hinnati kahte puud, neist üks oli terve ja teine haige, s.o neljas haigusklass. Künnapuudest (*Ulmus laevis*) 4 ehk 100,0% ning hariliku jalaka kultivaridest 'Camperdownii' (*Ulmus glabra* 'Camperdownii') 2 ehk 100,0% olid terved. Jalaka hübriididest 2 ehk 100,0% kuulusid teise haigusklassi. Jalakatest ja künnapuudest koosnev puude grupp arvati 100,0% esimesse haigusklassi (tabel 1).

**Tabel 1.** Haigusklassidesse jagunemine puuliikide järgi

<b>Puuliik/ Haigusklass</b>	<b>Nr. 1</b>	<b>Nr. 2</b>	<b>Nr. 3</b>	<b>Nr. 4</b>	<b>Nr. 5</b>
Harilik jalakas	70	40	6	12	14
Põldjalakas	1	-	-	1	-
Künnapuu	4	-	-	-	-
Harilik jalakas 'Camperdownii'	2	-	-	-	-
Jalaka hübriid	-	2	-	-	-
Jalakad / künnapuud	1	-	-	-	-
<b>Puude arv kokku</b>	<b>78</b>	<b>42</b>	<b>6</b>	<b>13</b>	<b>14</b>

### 3.2 Puhaskultuuri isoleerimiste tulemused

Jalakasurma uurimiseks tehti 48 erinevalt puu proovilt kokku 131 isoleerimist söötmetassidele. 60 tassil ei kasvanud midagi, 24 tassil oli saaste (bakter, hallitus), 71 tassil kasvasid erinevad seened, nendest 22 kultuuril olid jalakasurmale sarnased tunnused. Ümberkülve tehti 17 tassilt, neid saadi 29, millest analüüsides kasutati 10-t.

### 3.3 Puhaskultuuridest ja sümptomaatilistest võrsetest tehtud molekulaaranalüüsid

Puhaskultuuridest eraldatud DNA proovide sekveneerimise tulemusena saadi teada, et *Ophiostoma novo-ulmi* (joonis 16) tuvastati Voltveti mõisapargist kogutud proovist Volt05 (3411). Teise proovi Volt04 (3412) sekveneerimine ebaõnnestus. Kopli kalmistupargist kogutud proov Kopli24 (3410) andis tulemuseks *Phoma macrostoma* (tabel 2).



**Joonis 16.** *Ophiostoma novo-ulmi* puhaskultuur, peremeestaim harilik jalakas (foto: K. Kapp)

**Tabel 2.** Molekulaarsete analüüside kokkuvõte

Asukoht	Proovi nr.	Puhaskultuuri nr.	DNA ID	Liigispetsiifiline PCR ( <i>O. novo-ulmi</i> )	ITS piirkonna sekveneerimine
Kopli kalmistupark	Kopli24	149731	3410	Negatiivne	<i>Phoma macrostoma</i>
Voltveti (Tihemetsa) park	Volt05	149717	3411	Negatiivne	<i>Ophiostoma novo-ulmi</i>
Voltveti (Tihemetsa) park	Volt04	149722	3412	Negatiivne	Ebaõnnestus

*Ophiostoma novo-ulmi* liigispetsiifilistel praimeritel (SSPP) põhineva PCR analüüsi tulemusena saadi seitsme puhaskultuuri kohta positiivne tulemus vaid ühel proovil, 3637 (tabel 3).

**Tabel 3.** Puhaskultuuridele tehtud liigispetsiifiline PCR analüüs

Asukoht	Proovi nr.	Puhaskultuuri nr.	DNA ID.	SSPP <i>O. novo-ulmi</i>
Taksopargi rist	Taksopark03	150082	3564	Negatiivne
Suur-Ameerika tänav	S-Am12	149883	3633	Negatiivne
Lõime tänav	Lõime16	150132	3634	Negatiivne
Voltveti (Tihemetsa) park	Volt36	150136	3635	Negatiivne
Voltveti (Tihemetsa) park	Volt01	149719	3636	Negatiivne
Voltveti (Tihemetsa) park	Volt29	149730	3637	Positiivne
Voltveti (Tihemetsa) park	Volt40	149727	3638	Negatiivne

Kuna puhaskultuuride isoleerimine ei olnud eriti edukas, siis prooviti DNA eraldada otse sümptomaatilistest võrsest haigustekitaja tuvastamiseks. Selleks valiti juhuslikult välja 10 proovi, mis kuulusid haigusklassidesse 3, 4, 5 ning 6 proovi kuulusid haigusklassi 1 ja 2 ehk kokku analüüsiti 16 proovi. Liigispetsiifilistel praimeritel põhineva PCR analüüsi tulemusena saadi positiivne tulemus viiendasse haigusklassi kuuluvalt puult, proov 3334 (tabel 4). Tegemist on Voltveti pargis kasvava puuga (Volt01), analüüse tehti ka sama puu puhaskultuurilt, aga sealt ei õnnestunud *O. novo-ulmi* isoleerimine.

**Tabel 4.** Sümptomaatilistest võrsetest (puidust) *O. novo-ulmi* liigispetsiifiline PCR analüüs (SSPP)

Asukoht	Proovi nr.	Haigusklass	DNA ID.	SSPP <i>O. novo-ulmi</i>
Stroomi rannapark	STR10	nr. 3	3301	Negatiivne
Stroomi rannapark	STR05	nr. 4	3303	Negatiivne
Stroomi rannapark	STR16	nr. 2	3305	Negatiivne
Lõime tänav	Lõime06	nr. 1	3309	Negatiivne
Lõime tänav	Lõime19	nr. 4	3311	Negatiivne
Suur-Ameerika tänav	S-Am12	nr. 3	3313	Negatiivne
Suur-Ameerika tänav	S-Am05	nr. 2	3315	Negatiivne
Kopli kalmistupark	Kopli10	nr. 3	3318	Negatiivne
Kopli kalmistupark	Kopli06	nr. 1	3323	Negatiivne
Taksopargi rist	Taksopark01	nr. 4	3324	Negatiivne
Taksopargi rist	Taksopark03	nr. 1	3325	Negatiivne
Kopli kalmistupark	Kopli08	nr. 3	3328	Negatiivne
Voltveti (Tihemetsa) park	Volt10	nr. 1	3332	Negatiivne
Voltveti (Tihemetsa) park	Volt01	nr. 5	3334	Positiivne
Voltveti (Tihemetsa) park	Volt51	nr. 4	3339	Negatiivne
Voltveti (Tihemetsa) park	Volt42	nr. 4	3341	Negatiivne

## 4. Arutelu ja järeldused

Jalaka perekonna liikidele antud tervisliku seisundi hinnangute järgi võib öelda, et meie kodumaiste jalaka liikide (*Ulmus glabra*, *Ulmus laevis*), põldjalaka (*Ulmus minor*) ja jalaka hübriidide tervislik seisund on uuritud piirkondades üsna hea ehk enamuse kuuluvad esimesse (78 puud) või teise haigusklassi (42 puud), aga lisaks sellele oli neid esindatud kõigis ülejäänutes haigusklassides, kuid vähem (tabel 1). Võib arvata, et jalakasurm ei ole täielikult veel vallutanud uuritud parke ja haljasalasid (v.a Tihemetsa pargid), kuid selle kinnitamiseks on vajalikud edasised uuringud. Seevastu Rootsis on *Ulmus* perekonna liikide seisund jalakasurma esinemise tõttu drastiliselt halvenenud (Stenlid *et al.* 2011). Kuid ei tohi unustada, et lisaks jalakasurmale on veel teisigi tegureid mis mõjutavad nende liikide tervislikku seisundit, sealhulgas teised patogeendid ning äärmuslikud ilmastikutingimused, mistõttu puud kannatavad ning võivad surra hoopis sekundaarsete seente või putukate tõttu (Hanso, Drenkhan 2007). Nii temperatuur kui sademete hulk mõjutavad tugevasti metsapatogeenide aktiivsust ja haiguse raskusastet (Stenlid *et al.* 2011). Jalakate kasvu soodustavad soe ja niiske kliima ning toitaineterikas pinnas, kuid lisaks sellele soosivad need tingimused nakatumist jalakasurma. On teada, et kõrgemad niiskustingimused ja suhteliselt soe mulla- ja õhutemperatuur suurendavad vastuvõtlikkust jalakasurmale ja annavad head tingimused patogeenide kasvuks (Solheim *et al.* 2011).

Tehtud analüüside tulemusena selgus, et kolmel juhul oli tegemist *Ophiostoma novo-ulmi*-ga. Need positiivse tulemuse andnud proovid olid kõik kogutud Voltveti mõisapargis kasvavatelt jalakateelt (Volt05, Volt29 ja Volt01). Samas pargis on jalakasurma registreeritud juba 2006. aasta sügisel ning varasemast on teada andmeid ka haiguse väheaktiivsesest esinemisest Viljandi Lossipargis (Hanso, Drenkhan 2007). Sellest võib järeldada, et toona oli haiguse põhjustajaks *Ophiostoma ulmi*, mis on vähem agressiivne võrreldes *Ophiostoma novo-ulmi*-ga, sest siis täpseid molekulaarseid uuringuid ei tehtud. Kindlasti tuleks antud piirkonnas haiguse edasise leviku arengut jälgida ning haiguse ägenedes leida viise kuidas seda peatada. Lisaks Tihemetsale koguti proove ka Tallinnast, sealt kogutud proovidest ükski ei andnud positiivset tulemust. Varasemalt, 2013. aasta

juunis on Tallinnast bussijaama lähedalt positiivse *O. novo-ulmi* proovi kogunud Rein Drenkhan.

Lisaks sellele mõjutab analüüside terviklikke tulemusi ka vähene analüüsitud proovide hulk. Aja puudusel jõuti teha 48 proovi kohta molekulaarseid analüüse vaid 10-lt puhaskultuuri ning 16-lt sümptomaatilistelt võrselt (puidust) kogutud proovilt. Samuti ei andnud suur osa külvatud puhaskultuuridest mingeid tulemusi, et teada saada mis oli selle põhjuseks, on vaja kindlasti koguda täiendavaid proove ning analüüse korrata. Molekulaarsete analüüside töö mahtu ja ajakulu kasvatas seegi, et esmakordselt Eestis ja selle töö raames testiti uut *O. novo-ulmi* praimerit. Samuti ei saa mitteoluliseks pidada liigispetsiifiliste praimerite usaldusväärsust. Antud töös selgus, et praeguse protokollu juures liigispetsiifilised praimerid kõiki tüvesid *O. novo-ulmi*'t ei suuda tuvastada (tabel 2). Palju täpsem meetoodika, sekveneerimine, kinnitas antud patogeeni proovis, mida liigispetsiifilised praimerid ei suutnud. Seega tekib vajadus kas uute praimerite väljatöötamiseks või olemasoleva protokollu täiustamiseks.

Välitööde käigus märgati erinevaid kahjustusi *Ulmus* perekonna liikidel, sagedasemad olid koorerebendid, putukakahjustused, külmalõhed ja bakterinõre. Lisaks leiti veel ka seene viljakehi, mis võivad olla osaliselt põhjuseks puu hukkumisele. Stroomi rannapargis täheldati ühel puul jalakapässikut (*Inonotus ulmicola*). Selle seene puhul on tegemist küll aeglase puidu mädandajaga, kuid seda on keeruline tõrjuda. Vaid korralike hooldustöödega on võimalik ära hoida selle seene levikut (Järve 2005). Jalakapässiku tekitatud kahjusid esineb hulgaliselt Soomes, eriti suuremates linnades Turus ja Helsingis, aga ka mujal, kus peamiselt on kahjustatud vanad ja nõrgad jalakad (Männistö 2008). Eestis senini ulatuslikke kahjusid ei ole põhjustanud, kuid sellegi poolest ei tasu seda seent märkamata jätta, sest seda kohtab ainult jalaka perekonna liikidel (Järve 2005). Üks leid soomustoriku (*Polyporus squamosus*) kohta saadi Kõue-Triigi mõisapargist, kus seen kasvas üsna kõrgel okste harunemise kohal, tegemist on samuti puitu lagundava seenega. Kopli kalmistupargist kogutud proovilt (3410) tuvastati sekveneerimise tulemusena *Phoma macrostoma*, tegemist on perekonda *Phoma* kuuluva seenega, millel on bioherbitsiidiline toime, mistõttu kasutatakse bioherbitsiidide koostises (Zhou *et al.* 2005). Kõige enam kohati seene viljakehi Tihemetsa parkides, ühe puu juurest leiti soomusmampel (*Pholiota squarrosa*) ning nelja puu juurtel ja juurekaela läheduses nähti kasvamas hulgaliselt külmaseeni (*Armillaria*). Seente esinemine näitab seda, et puude tervislik seisund on vilets.

Teades, et nakatumine jalakasurma toimub tavaliselt kevadel või suve alguses, mil maltsaüraskid lendavad. Misjärel on nakatunud võrsetel ja okstel koore eemaldamisel näha pruuni-mustavärviline viirutus, mis avaldub värskelt tekkinud kevadpuidul ning on kõige paremini jälgitav just kevadel ja varasuvel (Kirisits 2013). Antud uurimuse tarbeks on proovid kogutud sügisel (oktoobri alguses), mil tunnused ei ole enam nii hästi märgatavad, mis võis samuti olla mõju positiivsete tulemuste vähesusele. Lisaks sellele pole välistatud ka asjaolu, et nakatumine võib toimuda suve lõpul. Sellisel juhul avalduvad haigussümptomid lehestikus alles järgmise aasta kevadel (Kirisits 2013). Seega võis proovide kogumisel tegelikud sümptomaatilised proovid jääda kogumata. Edaspidisel analüüsidel on soovitus proove koguda suve perioodil, mil isoleerimine on arvatavasti tulemuslikum seoses tunnuste parema nähtavusega.

Jalakasurma puhul on tegemist üsna laialt levinud seenhaigusega, mis levib kiiresti uutesse piirkondadesse maltsaüraskite kaasabil. Selle haiguse leviku ära hoidmiseks on aretatud uusi hübriide, mis on resistentsed haiguse suhtes. Hollandis tehtud uurimuse käigus testiti sealsete kodumaiste jalaka sortide kui ka Ameerikas aretatud sortide ning Hollandis aretatud kloonide vastupidavust jalakasurmale. Leiti, et hiljuti aretatud sordid on parema vastupidavusega haiguse suhtes (Buiteveld *et al.* 2015). On saadaval erinevaid hübriide, näiteks Resista<sup>®</sup> - jalakad, mida soovitakse istutada ka Eestisse (Alavere 2015). Arvestades seda, et need jalakad suudavad hästi taluda külma, siis võiksid need liigid sobida ka Eestisse. Hetkel andmed nende liikide Skandinaavia maadesse istumise kohta puuduvad (Resista<sup>®</sup>-elms 2015), ning siinse kliima mõju saab hinnata alles siis, kui need liigid juba Eestis kasvavad. Seega on soovitus neid uusi hübriide Eesti tingimustes enne testida kui massiliselt sisse vedada.

Antud tulemused näitavad, et jalakasurma tuvastamine jalaka perekonna liikidelt on tagasihoidlik, leiti ainult kolm tüve haigustekitajaid. Seega võib öelda hetke analüüsi tulemusena seda, et pigem on tegemist kompleksete mõjudega. Mõjutavad nii seened, kui ka kliimatingimuste järsud muutumised, milleks võivad olla pikad põuased suved ja lühikesed sügised (Hanso, Drenkhan 2007), millega puudel on raske kohaneda. Ilmastikust tingitud mõjusid saab aga hinnata alles pärast nende esinemist võrreldes neid puude kasvuparameetritega.

## Kokkuvõte

Käesoleva bakalaureuse töö tarbeks pandi esmalt paika välitööde metoodika, mille alusel teostati hariliku jalaka (*Ulmus glabra*), künnapuude (*Ulmus laevis*), põldjalakate (*Ulmus minor*), jalaka hübriidide ja jalaka kultivari 'Camperdownii' (*Ulmus glabra* 'Camperdownii') tervisliku seisundi hindamine. Välitöödel antud hinnangute järgi on neis piirkondades nende liikide tervislik seisund üsna hea, sest hinnatud isenditest enamus kuulusid esimesse või teise haigusklassi.

Proovialade lõikes anti hinnangud kokku 153-le puule ja puude gruppidele. 70-st hinnatud harilikkust jalakast olid 49,3% terved, 40 ehk 28,2% kuulusid teise, 6 ehk 4,2% kolmandasse, 12 ehk 8,5% neljandasse ning 14 ehk 9,9% viiendasse haigusklassi. Põldjalakatest hinnati kahte puud, neist üks oli terve ja teine haige, s.o neljas haigusklass. Künnapuudest 4 ehk 100,0 % ning hariliku jalaka kultivaridest 'Camperdownii' 2 ehk 100,0% olid terved. Jalaka hübriididest 2 ehk 100,0% kuulusid teise haigusklassi.

Tüvedel esines ka erinevaid kahjustusi, millest sagedasemad olid koorerebendid, putukakahjustused, külmalõhed ning bakterinõre. Lisaks eelnevale esines ka seeni: külmaseeni (*Armillaria*), jalakapässikut (*Inonotus ulmicola*), soomustorikut (*Polyporus squamosus*) ja soomusmamplit (*Pholiota squarrosa*). Need kõik tegurid nõrgestavad samuti puid ning võivad viia puu hukkumiseni. Bakterhaigusi selles töös ei analüüsitud.

Sümptomitega hariliku jalaka võrsetest isoleeriti puhaskultuure kokku 131, ning neist tehti hiljem 29 ümberkülvi. Neist visuaalselt kolme erineva tunnusega kultuuri sekveneeriti liigi tuvastamise eesmärgil ning tulemused olid järgmised: *Phoma macrostoma*, *Ophiostoma novo-ulmi* ning üht ei õnnestunud sekveneerida. Seitsmest puhaskultuurist eraldatud DNA-d kontrolliti liigispetsiifiliste praimeritega PCR analüüsil, millest andis positiivse tulemuse vaid üks proov (DNA ID 3637). Puidust eraldatud DNA-d kontrolliti 16 juhuslikul proovil liigispetsiifiliste praimeritega PCR analüüsil, positiivse tulemuse andis vaid üks proov (ID 3334). Kokku analüüsiti 26 sümptomaatilist hariliku jalaka proovi, millest 10 olid pärit



puhaskultuurist ning 16 sümptomaatilistest võrsetest (puidust), neist leiti kokku kolm erinevat jalakasurma tekitajat.

Antud töö raames testiti esmakordselt uut jalakasurma tuvastavat liigispetsiifilist DNA praimerit, mis andis positiivse tulemuse vaid kahel korral, ühel juhul saadi positiivne tulemus sekveneerimise käigus. Seetõttu ei saa nende praimerite usaldusväärsuses kindel olla, sest praeguse protokoll juures ei suutnud need tuvastada kõiki *Ophiostoma novo-ulmi* tüvesid. Seega võib tekkida vajadus uute praimerite või protokoll täiustamise järele, et haiguse tuvastamine õnnestuks.

## Kasutatud kirjandus

Aastaraamat Mets 2013. (2014). Tartu: Keskkonnaagentuur. 244 lk.

Abinõudest parkide säilitamiseks ja korrastamiseks Vabariigis ENSV Ministrite Nõukogu määrus  
5. juunist 1959. a. nr. 218  
<http://loodus.keskkonnainfo.ee/WebEelis/GetFile.aspx?fail=503348955> (18.03.2015)

Alavere M. (2015). Puude istutamise projekt 2015. Kiri.

**Anderson P. K., Cunningham A. A., Patel N. G., Morales F. J., Epstein P. R., Daszak P.**  
(2004). Emerging infectious diseases of plants: pathogen pollution, climate change and  
agrotechnology drivers. TRENDS in Ecology and Evolution. Vol.19 No.10.

Arborjet 2015. Dutch Elm Disease. [http://www.arborjet.com/assets/pdf/DutchElm\\_ss\\_2.pdf](http://www.arborjet.com/assets/pdf/DutchElm_ss_2.pdf)  
(16.05.2015)

**Buiteveld J, Van Der Werf B, Hiemstra JA.** (2015). Comparison of commercial elm cultivars  
and promising unreleased Dutch clones for resistance to *Ophiostoma novo-ulmi*. iForest 8:  
158-164.

CABI 2015. Ophiostoma novo-ulmi. Datasheet. Last modified 25.07.2013.  
<http://www.cabi.org/isc/datasheet/37594> (25.04.2015)

CABI 2015. Ophiostoma ulmi. Datasheet. Last modified 20.01.2015.  
<http://www.cabi.org/isc/datasheet/12165> (25.04.2015)

**Drenkan, R., Adamson, K., Jürimaa, K. ja Hanso, M.** (2014). Dothistroma septosporum on firs  
(Abies spp.) in the northern Baltics. – Forest Pathology. 5 pp.

Dutchtrig 2015. Dutch elm disease. [http://www.dutchtrig.com/dutch\\_elm\\_disease.html](http://www.dutchtrig.com/dutch_elm_disease.html)  
(16.03.2015)

Eelis 2015. EELIS (Eesti Looduse Infosüsteem - Keskkonnaregister): Keskkonnaagentuur. Voltveti  
ehk Tihemetsa mõisapark.  
[http://loodus.keskkonnainfo.ee/eelis/default.aspx?state=2;572247461;est;eelisand;;&comp=obj\\_jresult=ala&obj\\_id=1452](http://loodus.keskkonnainfo.ee/eelis/default.aspx?state=2;572247461;est;eelisand;;&comp=obj_jresult=ala&obj_id=1452) (22.03.2015)

Eelis 2015. EELIS (Eesti Looduse Infosüsteem - Keskkonnaregister): Keskkonnaagentuur. Kõue-  
Triigi mõisapark.  
[http://loodus.keskkonnainfo.ee/eelis/default.aspx?state=2;572247461;est;eelisand;;&comp=obj\\_jresult=ala&obj\\_id=1615](http://loodus.keskkonnainfo.ee/eelis/default.aspx?state=2;572247461;est;eelisand;;&comp=obj_jresult=ala&obj_id=1615) (07.05.2015)

Eesti ürasklaste (Coleoptera, Curculionidae, Scolytinae) nimestik. 2015.  
[http://www.eau.ee/~kvoorma/index\\_files/Page1290.htm](http://www.eau.ee/~kvoorma/index_files/Page1290.htm) (15.05.2015)

- Expertanswer (Expertsvar in Swedish). (2010). Ash and elm join the Swedish Red List. ScienceDaily. [www.sciencedaily.com/releases/2010/04/100428085845.htm](http://www.sciencedaily.com/releases/2010/04/100428085845.htm) (21.05.2015)
- Gardes, M., T. D. Bruns.** (1993). ITS primers with enhanced specificity for basidiomycetes: application to the identification of mycorrhiza and rusts. *Mol. Ecol.* 2: 113–118.
- Gibb, E. A., Hausner, G.** (2005). Optional mitochondrial introns and evidence for a homing-endonuclease gene in the mtDNA rnl gene in *Ophiostoma ulmi* s. lat. *Mycol. Res.* 109 (10): 1112–1126. doi:10.1017/S095375620500376X.
- Hanso, M., Drenkhan, R.** (2007). Metsa- ja linnapuud ilmastiku äärmuste vaevas. *Eesti Loodus*, 4: 6-13.
- Haugen L., Stennes M.** (1999). Fungicide Injection to Control Dutch Elm Disease: Understanding the Options. *Plant Diagnostic Quarterly: PDQ* 20 (2):29-38  
<http://na.fs.fed.us/spfo/pubs/misc/ded/ded.htm> (16.05.2015)
- III kaitsekategooria liikide kaitse alla võtmine. (vastu võetud 19.05.2004 nr 51, muudetud, täiendatud, viimati jõustunud 07.07.2014). – *Riigi Teataja* [WWW]  
<https://www.riigiteataja.ee/akt/104072014022?leiaKehtiv> (17.03.2015).
- Johnson O., More D.** (2004). Euroopa puud. Tõlkinud ja täiendanud Sibul I., Abner O. ja Kaur A. Eesti Entsüklopeediakirjastuse AS. (2005). 464 lk.
- Järve, S.** (2005). Jalakapässik. *Eesti Loodus*, 4: 50-52.
- Kaar, E.** (2011). Jalakas ja künnapuu Eestis. *Eesti Loodus*, 3: 8-11.
- Keskkonnaamet 2015. Kopli kalmistupark.  
<http://www.keskkonnaamet.ee/keskkonnakaitse/looduskaitse-3/pargid/pargid-2/mp6/>  
(11.03.2015)
- Keskkonnaregisteri avalik teenus 2015. Kõue-Triigi mõisapark.  
<http://register.keskkonnainfo.ee/envreg/main#HTTPOZzSo005ezSJn3wDgbJvF4dqtGF2e>  
(07.05.2015)
- Keskkonnaregisteri avalik teenus 2015. Voltveti ehk Tihemetsa mõisapark.  
<http://register.keskkonnainfo.ee/envreg/main#HTTPNsXNybQlJ3cWGeRGCI5uQFbEfsJJl>  
(22.03.2015)
- Kirisits, T.** (2013): Dutch elm disease and other *Ophiostoma* diseases. In: Gonthier, P; Nicolotti, G (Eds.). *Infectious forest diseases*. CABI Publishing. 256 – 282 pp.
- Kultuurimälestiseks tunnistamine. (vastu võetud 21.04.1998 nr 13). – *Riigi Teataja* [WWW]  
<https://www.riigiteataja.ee/akt/87955> (22.03.2015).
- Laas, E.** (1987). *Dendroloogia*. Teine ümbertöötatud trükk. Tallinn: Valgus. 824 lk.
- Martín J. A., Witzell J, Blumenstein K, Gil L.** (2012). Antagonistic effect and reduction of *Ulmus minor* symptoms to *Ophiostoma novo-ulmi* by elm endophytes. *J Agric Ext Rural Dev.* 4(9): 239-240. DOI: 10.5897/JAERD12.059.

- Männistö, A. 2008. *Inonotus ulmicola* - A Fungal Disease on Elms in Turku Finland. Presentation. English summary. EAC AGM Zagreb Croatia 16th-18th May 2008.
- Ploompuu, T.** (2006). Ekspertarvamus Stroomi metsa kohaliku kaitse alla võtmise ettepaneku kohta. Tallinn. <http://www.tallinn.ee/est/g3566s32511> (11.03.2015)
- Report on Plant Disease. (2000). Dutch elm disease and its control. Department of Crop Sciences. University of Illinois at Urbana Champaign. No. 647. [http://m.extension.illinois.edu/forestry/publications/pdf/forest\\_health/UIUC\\_Dutch\\_Elm\\_Disease.pdf](http://m.extension.illinois.edu/forestry/publications/pdf/forest_health/UIUC_Dutch_Elm_Disease.pdf) (16.05.2015)
- Resista<sup>®</sup>-elms 2015. <http://www.resista-elms.com/resista-ulmen/> (15.05.2015)
- Rist, E. (2015). Tihemetsa pargi inventuur. Lõputöö. Tihemetsa.
- Sander, R.** (2011). 101 Eesti puud ja põõsast: Metsas, pargis, aias. Tallinn: Varrak. 222 lk.
- Solheim H., Eriksen R., Hietala A. M.** (2011). Dutch elm disease has currently a low incidence on wych elm in Norway. *For. Path.* 41 (2011) 182–188.
- Solla, A., Martín, J. A., Ouellette, G. B., Gil, L.** (2005). Influence of plant age on symptom development in *Ulmus minor* following inoculation by *Ophiostoma novo-ulmi*. *Plant Dis.* 89:1035-1040.
- Stenlid J., Oliva J., Boberg J. B., Hopkins A. J. M.** (2011). Emerging Diseases in European Forest Ecosystems and Responses in Society. *Forests*, 2, 486-504; doi:10.3390/f2020486.
- Tihemetsa pargid. Voltveti mõisapark ja dendropark. (2011). Tihemetsa: Pärnumaa Kutsehariduskeskus Voltveti koolituskoolituskeskus. 92 lk.
- Zhou L., Bailey K. L., Chen C. Y., Keri M.** (2005). Molecular and genetic analyses of geographic variation in isolates of *Phoma macrostoma* used for biological weed control. *Mycologia* May/June 2005 vol. 97 no. 3 612-620.
- White, T. J., T. Bruns, S. Lee, J. W. Taylor.** (1990). Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. *PCR Protocols: A Guide to Methods and Applications*: 315-322.

# **DAMAGE OF DUTCH ELM DISEASE (*OPHIOSTOMA NOVO-ULMI*) IN ESTONIA – EXAMPLE OF TALLINN AND TIHEMETSÄ**

## **Resume**

For this bachelor thesis, at first the fieldwork methodology was set up, according to that the healthiness of wych elms (*Ulmus glabra*), European white elms (*Ulmus laevis*), field elms (*Ulmus minor*), elm hybrids and elm cultivars ‘Camperdownii’ were assessed. Fieldwork estimates that the health of these species in those is quite good according to the current data, because majority of the species belong to the first or second disease class.

There were given totally 153 assessments to trees and tree groups in the sample plots. From 70 evaluated wych elms 49,3% were healthy, 40 or 28,2% belonged to the second, 6 or 4,2% to the third, 12 or 8,5% to the fourth and 14 or 9,9% to the fifth disease class. 2 field elms were evaluated, one of them was healthy and one was sick, which was in the fourth disease class. 4 or 100% of European white elms and 2 or 100% of wych elm cultivars ‘Camperdownii’ were healthy. 2 or 100% of elm hybrids belonged to the second disease class.

There were also different damages on the trunks, the most frequent was a bark damage, then several insect damages, frost cracks, bacterial ooze. In addition there were also fungi: *Armillaria*, *Inonotus ulmicola*, *Polyporus squamosus* and *Pholiota squarrosa*. All these factors weaken the trees and also could lead to the tree’s death. Bacterial blotches were not analysed in this work.

Totally there were isolated 131 pure cultures from wych elm twigs with symptoms, and 29 of them were subcultured. Three cultures of these, which had visually different characteristics were sequenced for species identification purposes and the results were as follows: *Phoma macrostoma*, *Ophiostoma novo-ulmi*, and one could not be sequenced. Seven pure cultures, which were checked with species-specific primers in PCR analysis

and only one sample (DNA ID 3637) gave a positive result. 16 random samples of wooden isolated DNA were checked with species-specific primers in PCR analysis, only one sample gave a positive result (ID 3334). A total of 26 symptomatic wych elm samples were analyzed of which 10 were taken in pure cultures and from symptomatic twigs (wood) and three different Dutch elm death pathogen were found. In addition, for the first time there was tested the species-specific DNA primer of Dutch Elm Disease.

**LISAD**



## LISA 1. Haigusklass nr 1



Foto: K. Kapp



## LISA 2. Haigusklass nr 2



Foto: K. Kapp



### LISA 3. Haigusklass nr 3



Foto: K. Kapp



## LISA 4. Haigusklass nr 4



Foto: K. Kapp



## LISA 5. Haigusklass nr 5



Foto: K.Kapp

## LISA 6. Stroomi rannapark – Kopli tänava poolne nurk

Jrk. nr	Puuliik	Pargi nimi	Haigus-klass	Geograafilised koordinaadid		Sümptom	Proovi võtmise aeg	Märkused
1.	harilik jalakas	Stroomi rannapark	nr. 2	59° 26' 58.4022"N	24° 41' 03.4956"E	0	4.10.2014	jalakapässik, koorerebend
2.	harilik jalakas	Stroomi rannapark	nr. 1	59° 26' 58.2828"N	24° 41' 03.5220"E	0	4.10.2014	külmalõhe, bakterinõre, topeltladvad 2,5 m kõrgusel, juurekael raiutud
3.	harilik jalakas	Stroomi rannapark	nr. 5	59° 26' 58.0702"N	24° 41' 03.0456"E	0	4.10.2014	tipus lehed olnud, sel aastal kuivanud
4.	harilik jalakas	Stroomi rannapark	nr. 5	59° 26' 57.8436"N	24° 41' 02.0922"E	0	4.10.2014	surnud mitu aastat, ürasekahjustused
5.	harilik jalakas	Stroomi rannapark	nr. 4	59° 26' 57.6834"N	24° 41' 02.8812"E	1	4.10.2014	3 m kõrgusel topelt ladvad
6.	harilik jalakas	Stroomi rannapark	nr. 5	59° 26' 57.4440"N	24° 41' 02.9154"E	0	4.10.2014	täiesti kuivanud
7.	harilik jalakas	Stroomi rannapark	nr. 1	59° 26' 57.5604"N	24° 41' 03.3714"E	1	4.10.2014	kuivanud oksid vähem kui 10%, koor must, bakterinõre, armistunud – külmalõhed
8.	harilik jalakas	Stroomi rannapark	nr. 2	59° 26' 57.8820"N	24° 41' 03.2184"E	1	4.10.2014	eemaldatud topeltlatv, kinnikasvanud külmalõhe, tüvel vesivõsud
9.	harilik jalakas	Stroomi rannapark	nr. 2	59° 26' 58.1850"N	24° 41' 03.8154"E	1	4.10.2014	u. 3 m kõrgusel 6 haru, mehaaniline vigastus, suured oksid kuivanud
10.	harilik jalakas	Stroomi rannapark	nr. 3	59° 26' 58.1682"N	24° 41' 03.9624"E	1	4.10.2014	putukakahjustus, okstes tuulelohe, külmalõhed, mehaaniline vigastus, juured kerkinud
11.	harilik jalakas	Stroomi rannapark	nr. 2	59° 26' 57.8298"N	24° 41' 03.6798"E	0	4.10.2014	tüvel vesivõsud, juured kerkinud, külmalõhe

12.	harilik jalakas	Stroomi rannapark	nr. 1	59° 26' 57.7512"N	24° 41' 03.7218"E	0	4.10.2014	vesivõsud, koorerebend, alumised oksad kuivad, 2,5m kõrgusel harunemine
13.	harilik jalakas	Stroomi rannapark	nr. 1	59° 26' 57.4566"N	24° 41' 03.7956"E	1	4.10.2014	lõke puu juures, bakterinõre
14.	harilik jalakas	Stroomi rannapark	nr. 1	59° 26' 57.5424"N	24° 41' 04.0842"E	1	4.10.2014	lõke puu juures, putukajäljed, ladvas pesa
15.	harilik jalakas	Stroomi rannapark	nr. 2	59° 26' 57.3540"N	24° 41' 04.1400"E	1	4.10.2014	bakterinõre, alumine oks kuivanud, lisajuur
16.	harilik jalakas	Stroomi rannapark	nr. 2	59° 26' 57.1722"N	24° 41' 03.9462"E	1	4.10.2014	alumised suured oksad kuivanud, allosas putukasõõma, kõrge oksatüügas
				<b>Proovide arv</b>		9		



## LISA 7. Kopli kalmistupark

Jrk. nr	Puuliik	Pargi nimi	Haigus-klass	Geograafilised koordinaadid		Sümptom	Proovi võtmise aeg	Märkused
1.	harilik jalakas	Kopli kalmistupark	nr. 1	59° 27' 05.5860"N	24° 41' 07.4376"E	0	4.10.2014	2 sõltumatut tüve, väljaspool aeda, paar kuivanud oksa, ühel tüvel topeltlatv ära lõigatud, vesivõsud
2.	harilik jalakas	Kopli kalmistupark	nr. 2	59° 27' 05.8416"N	24° 41' 07.1586"E	1	4.10.2014	väljaspool aeda, traatvõrk juurekaelal
3.	harilik jalakas	Kopli kalmistupark	nr. 1	59° 27' 06.1656"N	24° 41' 06.3948"E	1	4.10.2014	väljaspool aeda, kivimüüri ääres, mõned kuivanud oksad, harunemine suhteliselt madalalt
4.	harilik jalakas	Kopli kalmistupark	nr. 1	59° 27' 07.7646"N	24° 40' 59.7264"E	0	4.10.2014	isetekkeline, mitmeharuline
5.	harilik jalakas	Kopli kalmistupark	nr. 1	59° 27' 07.8960"N	24° 40' 59.6436"E	1	4.10.2014	isetekkeline, lehti vähe puul
6.	harilik jalakas	Kopli kalmistupark	nr. 1	59° 27' 09.9786"N	24° 41' 01.8642"E	1	4.10.2014	juur kerkinud, kuivi oksa on vähe
7.	harilik jalakas	Kopli kalmistupark	nr. 5	59° 27' 09.5388"N	24° 41' 02.2512"E	0	4.10.2014	mõned vesivõsud
8.	harilik jalakas	Kopli kalmistupark	nr. 3	59° 27' 09.4326"N	24° 41' 02.4492"E	1	4.10.2014	vesivõsud, mehaaniline vigastus, külmalõhe
9.	harilik jalakas	Kopli kalmistupark	nr. 1	59° 27' 09.0924"N	24° 41' 02.7390"E	0	4.10.2014	tüvel vesivõsud
10.	harilik jalakas	Kopli kalmistupark	nr. 3	59° 27' 09.1278"N	24° 41' 03.0186"E	1	4.10.2014	keskel - pool võra kuivanud, oksad väändunud
11.	harilik jalakas	Kopli kalmistupark	nr. 1	59° 27' 08.1432"N	24° 41' 02.8128"E	0	4.10.2014	üksikud kuivad oksad, harunemine
12.	harilik jalakas	Kopli kalmistupark	nr. 2	59° 27' 07.8522"N	24° 41' 02.9736"E	0	4.10.2014	vesivõsud, söomajäljed
13.	harilik jalakas	Kopli kalmistupark	nr. 1	59° 27' 10.7388"N	24° 41' 00.9042"E	0	4.10.2014	üksikud kuivad oksad, alla 10% võrast

14.	harilik jalakas	Kopli kalmistupark	nr. 2	59° 27' 10.9512"N	24° 41' 00.5592"E	0	4.10.2014	vesivõsud, mügarikud, mõned kuivad oksad
15.	harilik jalakas	Kopli kalmistupark	nr. 1	59° 27' 11.4720"N	24° 40' 59.0322"E	0	4.10.2014	2-haruline, ühel harul üks oks lõigatud/rebenenud
16.	harilik jalakas	Kopli kalmistupark	nr. 1	59° 27' 11.8296"N	24° 40' 59.1960"E	0	4.10.2014	tüvel vesivõsud, üks haru murdunud
17.	harilik jalakas	Kopli kalmistupark	nr. 1	59° 27' 12.2190"N	24° 40' 57.4020"E	0	4.10.2014	üksikud kuivad oksad võra alumises ja keskmises osas
18.	harilik jalakas	Kopli kalmistupark	nr. 4	59° 27' 16.2930"N	24° 40' 59.5056"E	0	4.10.2014	võra keskel olevatest uinuvatest pungadest oksad lehes, suremisel
19.	harilik jalakas	Kopli kalmistupark	nr. 1	59° 27' 16.3326"N	24° 41' 01.0404"E	1	4.10.2014	lehed langenud, kuivanud oksti vähe
20.	harilik jalakas	Kopli kalmistupark	nr. 2	59° 27' 16.5174"N	24° 41' 07.1052"E	1	4.10.2014	võra keskosas kuivanud oksad
21.	harilik jalakas	Kopli kalmistupark	nr. 2	59° 27' 16.0074"N	24° 41' 11.2032"E	1	4.10.2014	üksikud vesivõsud, võra alumises ja keskmises osas esineb kuivanud oksti
22.	harilik jalakas	Kopli kalmistupark	nr. 1	59° 27' 16.8522"N	24° 41' 14.5482"E	0	4.10.2014	üksikud kuivanud oksad
23.	harilik jalakas	Kopli kalmistupark	nr. 1	59° 27' 16.8786"N	24° 41' 15.0024"E	0	4.10.2014	üksikud kuivanud oksad võra keskel
24.	harilik jalakas	Kopli kalmistupark	nr. 2	59° 27' 16.0602"N	24° 41' 15.7962"E	1	4.10.2014	bakterinõre, teine haru väiksem, tüvel vesivõsud
25.	harilik jalakas	Kopli kalmistupark	nr. 1	59° 27' 16.3332"N	24° 41' 15.9738"E	1	4.10.2014	kuivanud oksti vähem kui 10%
26.	harilik jalakas	Kopli kalmistupark	nr. 1	59° 27' 15.3024"N	24° 41' 10.7484"E	0	4.10.2014	üksikud alumised oksad on kuivanud
27.	harilik jalakas	Kopli kalmistupark	nr. 1	59° 27' 15.5346"N	24° 41' 07.2174"E	0	4.10.2014	tüvel vesivõsud, juured kerkinud, üksikud kuivad oksad
				<b>Proovide arv</b>		11		



## LISA 8. Lõime tänav

Jrk. nr	Puuliik	Pargi nimi	Haigus-klass	Geograafilised koordinaadid		Sümptom	Proovi võtmise aeg	Märkused
1.	harilik jalakas	Lõime tänav	nr. 1	59° 27' 08.15"N*	24° 41' 34.48"E*	0	4.10.2014	2 suuremat haru ja neil kummalgi üksikud kuivanud oksad
2.	harilik jalakas	Lõime tänav	nr. 1	59° 27' 08.05"N*	24° 41' 34.16"E*	0	4.10.2014	
3.	harilik jalakas	Lõime tänav	nr. 1	59° 27' 07.88"N*	24° 41' 34.00"E*	0	4.10.2014	3-haruline, keskel ja ladvas 1 kuivanud oks
4.	harilik jalakas	Lõime tänav	nr. 1	59° 27' 07.87"N*	24° 41' 33.74"E*	0	4.10.2014	2-haruline, üksikud kuivanud oksad
5.	harilik jalakas	Lõime tänav	nr. 1	59° 27' 07.73"N*	24° 41' 33.31"E*	0	4.10.2014	2 suuremat haru, vesivõsud
6.	harilik jalakas	Lõime tänav	nr. 1	59° 27' 07.58"N*	24° 41' 33.17"E*	1	4.10.2014	üksikud kuivad oksad, mehaaniline vigastus
7.	harilik jalakas	Lõime tänav	nr. 1	59° 27' 07.05"N*	24° 41' 31.54"E*	0	4.10.2014	tüvel vesivõsud
8.	harilik jalakas	Lõime tänav	nr. 1	59° 27' 05.89"N*	24° 41' 28.43"E*	0	4.10.2014	külmalõhe
9.	harilik jalakas	Lõime tänav	nr. 1	59° 27' 05.74"N*	24° 41' 28.28"E*	0	4.10.2014	pahk
10.	harilik jalakas	Lõime tänav	nr. 2	59° 27' 05.71"N*	24° 41' 27.95"E*	0	4.10.2014	vesivõsud, kuivanud oksi
11.	harilik jalakas	Lõime tänav	nr. 2	59° 27' 05.54"N*	24° 41' 27.78"E*	0	4.10.2014	vesivõsud, kuivanud oksi
12.	harilik jalakas	Lõime tänav	nr. 2	59° 27' 05.36"N*	24° 41' 27.02"E*	0	4.10.2014	2-haruline, kuivanud oksi
13.	harilik jalakas	Lõime tänav	nr. 4	59° 27' 05.20"N*	24° 41' 26.91"E*	1	4.10.2014	
14.	harilik jalakas	Lõime tänav	nr. 4	59° 27' 05.17"N*	24° 41' 26.52"E*	0	4.10.2014	

15.	harilik jalakas	Lõime tänav	nr. 5	59° 27' 05.15"N*	24° 41' 27.48"E*	0	4.10.2014	kuivanud
16.	harilik jalakas	Lõime tänav	nr. 1	59° 27' 06.21"N*	24° 41' 30.38"E*	1	4.10.2014	koorerebend
17.	harilik jalakas	Lõime tänav	nr. 5	59° 27' 07.22"N*	24° 41' 33.03"E*	0	4.10.2014	kuivanud
18.	harilik jalakas	Lõime tänav	nr. 2	59° 27' 07.55"N*	24° 41' 34.13"E*	0	4.10.2014	koorerebend
19.	harilik jalakas	Lõime tänav	nr. 4	59° 27' 07.66"N*	24° 41' 34.23"E*	1	4.10.2014	vesivõsud
				<b>Proovide arv</b>		4		

## LISA 9. Taksopargi rist – Taksopargi peatuse juures

Jrk. nr	Puuliik	Pargi nimi	Haigus-klass	Geograafilised koordinaadid		Sümptom	Proovi võtmise aeg	Märkused
1.	põldjalakas	Taksopargi rist	nr. 4	59° 25' 40.68"N*	24° 43' 13.27"E*	1	4.10.2014	hästi haruline
2.	harilik jalakas	Taksopargi rist	nr. 1	59° 25' 40.85"N*	24° 43' 13.67"E*	0	4.10.2014	üksikud kuivanud oksad
3.	põldjalakas	Taksopargi rist	nr. 1	59° 25' 40.13"N*	24° 43' 13.25"E*	1	4.10.2014	lehes, algul kaks haru
				Proovide arv		2		

## LISA 10. Suur-Ameerika tänav

Jrk. nr	Puuliik	Pargi nimi	Haigus-klass	Geograafilised koordinaadid		Sümptom	Proovi võtmise aeg	Märkused
1.	harilik jalakas	Suur-Ameerika	nr. 3	59° 25' 38.01"N*	24° 44' 20.41"E*	0	4.10.2014	nekrootilised lehed
2.	harilik jalakas	Suur-Ameerika	nr. 5	59° 25' 38.09"N*	24° 44' 19.47"E*	0	4.10.2014	nekrootilised lehed, kuivanud
3.	harilik jalakas	Suur-Ameerika	nr. 5	59° 25' 38.12"N*	24° 44' 19.10"E*	0	4.10.2014	nekrootilised lehed, kuivanud
4.	harilik jalakas	Suur-Ameerika	nr. 4	59° 25' 38.26"N*	24° 44' 17.90"E*	0	4.10.2014	nekrootilised lehed
5.	harilik jalakas	Suur-Ameerika	nr. 2	59° 25' 38.32"N*	24° 44' 17.54"E*	1	4.10.2014	nekrootilised lehed
6.	harilik jalakas	Suur-Ameerika	nr. 2	59° 25' 38.54"N*	24° 44' 16.00"E*	0	4.10.2014	nekrootilised lehed, okstes rippusid jalanõud
7.	harilik jalakas	Suur-Ameerika	nr. 2	59° 25' 38.74"N*	24° 44' 14.64"E*	1	4.10.2014	nekrootilised lehed
8.	harilik jalakas	Suur-Ameerika	nr. 2	59° 25' 38.80"N*	24° 44' 14.13"E*	1	4.10.2014	nekrootilised lehed
9.	harilik jalakas	Suur-Ameerika	nr. 5	59° 25' 38.86"N*	24° 44' 13.69"E*	0	4.10.2014	nekrootilised lehed
10.	harilik jalakas	Suur-Ameerika	nr. 2	59° 25' 38.92"N*	24° 44' 13.29"E*	1	4.10.2014	nekrootilised lehed
11.	harilik jalakas	Suur-Ameerika	nr. 2	59° 25' 38.98"N*	24° 44' 12.87"E*	0	4.10.2014	nekrootilised lehed
12.	harilik jalakas	Suur-Ameerika	nr. 3	59° 25' 39.12"N*	24° 44' 12.01"E*	1	4.10.2014	nekrootilised lehed
				<b>Proovide arv</b>		5		

## LISA 11. Kari tänav 20 – maja taga

Jrk. nr	Puuliik	Pargi nimi	Haigus-klass	Geograafilised koordinaadid		Sümptom	Proovi võtmise aeg	Märkused
1.	harilik jalakas	Kari 20	nr. 5	59° 26' 48.11"N*	24° 41' 21.82"E*	0	4.10.2014	püगतud, surnud
2.	harilik jalakas	Kari 20	nr. 1	59° 26' 48.33"N*	24° 41' 21.78"E*	0	4.10.2014	püगतud, tüvel vesivõsud
3.	harilik jalakas	Kari 20	nr. 1	59° 26' 48.55"N*	24° 41' 21.72"E*	0	4.10.2014	püगतud, oksakohad, tüvel vesivõsud
4.	harilik jalakas	Kari 20	nr. 2	59° 26' 48.76"N*	24° 41' 21.69"E*	0	4.10.2014	püगतud, üks haru ära lõigatud (enne 3), pahad, vesivõsud
5.	harilik jalakas	Kari 20	nr. 1	59° 26' 48.93"N*	24° 41' 21.68"E*	0	4.10.2014	püगतud, üks haru ära lõigatud (enne 2), vesivõsud
6.	harilik jalakas	Kari 20	nr. 2	59° 26' 49.17"N*	24° 41' 21.63"E*	0	4.10.2014	püगतud, tüvel vesivõsud
7.	harilik jalakas	Kari 20	nr. 1	59° 26' 49.59"N*	24° 41' 21.27"E*	0	4.10.2014	püगतud, tüvel vesivõsud
8.	harilik jalakas	Kari 20	nr. 1	59° 26' 49.87"N*	24° 41' 21.33"E*	0	4.10.2014	püगतud, tüvel vesivõsud
9.	harilik jalakas	Kari 20	nr. 2	59° 26' 49.79"N*	24° 41' 21.60"E*	0	4.10.2014	püगतud, 2-haruline, pahk
10.	harilik jalakas	Kari 20	nr. 1	59° 26' 50.20"N*	24° 41' 21.54"E*	0	4.10.2014	püगतud, koorerebend
					<b>Proovide arv</b>	0		

## LISA 12. Kõue-Triigi mõisapark

Jrk. nr	Puuliik	Pargi nimi	Haigus-klass	Geograafilised koordinaadid		Sümptom	Proovi võtmise aeg	Märkused
1.	harilik jalakas	Kõue-Triigi mõisapark	nr. 2	59°05'49"N*	25°14'22"E*	0	4.10.2014	4 põhiharu, viies madalamal
2.	harilik jalakas	Kõue-Triigi mõisapark	nr. 2	59°05'49"N*	25°14'22"E*	0	4.10.2014	3 põhiharu, suhteliselt raagus, soomustorik
3.	harilik jalakas	Kõue-Triigi mõisapark	nr. 1	59°05'49"N*	25°14'22"E*	0	4.10.2014	2-haruline, üks kuivanud oks
4.	harilik jalakas	Kõue-Triigi mõisapark	nr. 2	59°05'49"N*	25°14'22"E*	0	4.10.2014	
5.	künnapuu	Kõue-Triigi mõisapark	nr. 1	59°05'49"N*	25°14'22"E*	0	4.10.2014	lehti vähe puul
					<b>Proovide arv</b>	0		
*	Keskpunkti geograafilised koordinaadid võetud maaameti kaardi järgi, sest GPS-i aku sai tühjaks!							

## LISA 13. Voltveti mõisapark ja dendropark

Jrk. nr	Puuliik	Pargi nimi	Haigus-klass	Geograafilised koordinaadid		Sümptom	Proovi võtmise aeg	Märkused
1.	harilik jalakas	Voltveti	nr. 5	58° 08' 53.2122"N	25° 02' 37.6938"E	1	6.10.2014	vesivõsud, üksikud kuivanud lehed
2.	harilik jalakas	Voltveti	nr. 1	58° 08' 53.0724"N	25° 02' 36.9408"E	0	6.10.2014	kuivanud oksi ei paista
3.	harilik jalakas	Voltveti	nr. 1	58° 08' 52.9206"N	25° 02' 37.0200"E	0	6.10.2014	juured kerkinud, mõni kuivanud oks
4.	harilik jalakas	Voltveti	nr. 5	58° 08' 52.9536"N	25° 02' 36.5800"E	1	6.10.2014	Vesivõsud
5.	harilik jalakas	Voltveti	nr. 1	58° 08' 52.8700"N	25° 02' 36.5300"E	1	6.10.2014	üksikud kuivanud oksad, alla 10 %
6.	harilik jalakas	Voltveti	nr. 1	58° 08' 52.2200"N	25° 02' 35.9700"E	0	6.10.2014	tüvel samblikud
7.	harilik jalakas	Voltveti	nr. 1	58° 08' 52.0300"N	25° 02' 36.2000"E	0	6.10.2014	tüvel samblikud ja söömajäljed
8.	harilik jalakas	Voltveti	nr. 2	58° 08' 52.9200"N	25° 02' 34.6000"E	0	6.10.2014	kuivanud oksi üle 10 %
9.	harilik jalakas	Voltveti	nr. 4	58° 08' 53.0500"N	25° 02' 33.2000"E	0	6.10.2014	tumedad laigud
10.	harilik jalakas	Voltveti	nr. 1	58° 08' 54.0200"N	25° 02' 31.4500"E	1	6.10.2014	enamus lehti juba langenud
11.	harilik jalakas	Voltveti	nr. 1	58° 08' 54.2500"N	25° 02' 28.0000"E	0	6.10.2014	üksikud kuivanud oksad, alla 10 %
12.	harilik jalakas	Voltveti	nr. 1	58° 08' 52.2500"N	25° 02' 23.1000"E	0	6.10.2014	kännuvõsust, 3 puud,
13.	harilik jalakas	Voltveti	nr. 1	58° 08' 51.7700"N	25° 02' 21.9900"E	0	6.10.2014	kännuvõsust, külmaseened
14.	harilik jalakas	Voltveti	nr. 1	58° 08' 51.6900"N	25° 02' 21.8600"E	0	6.10.2014	kännuvõsust 2 puud kokku kasvanud
15.	harilik jalakas	Voltveti	nr. 1	58° 08' 56.1600"N	25° 02' 26.7800"E	0	6.10.2014	palju jalakaid koos, üsna elujõulised
16.	harilik jalakas	Voltveti	nr. 1	58° 08' 56.0100"N	25° 02' 28.6000"E	0	6.10.2014	juurekaelalt haruneb kaheks
17.	harilik jalakas	Voltveti	nr. 1	58° 08' 56.6400"N	25° 02' 34.2200"E	0	6.10.2014	
18.	harilik jalakas	Voltveti	nr. 5	58° 08' 56.5400"N	25° 02' 34.6800"E	0	6.10.2014	söömajäljed
19.	harilik jalakas	Voltveti	nr. 1	58° 08' 57.3100"N	25° 02' 36.4500"E	0	6.10.2014	kuivanud oksi alla 10 %

20.	harilik jalakas	Voltveti	nr. 1	58° 08' 56.4144"N	25° 02' 40.9386"E	1	6.10.2014	3-haruline, kuivanud oksa ei ole palju - allapool mõni, lutikad, samblikud
21.	harilik jalakas	Voltveti	nr. 1	58° 08' 56.4204"N	25° 02' 41.0694"E	0	6.10.2014	topelt ladvad olnud, külmalõhe
22.	harilik jalakas	Voltveti	nr. 1	58° 08' 57.0798"N	25° 02' 41.0628"E	0	6.10.2014	2 puud kõrvuti
23.	harilik jalakas	Voltveti	nr. 1	58° 08' 57.0210"N	25° 02' 41.0820"E	0	6.10.2014	topelt latv, vesivõsud, juured kerkinud
24.	harilik jalakas	Voltveti	nr. 1	58° 08' 56.8638"N	25° 02' 41.7774"E	0	6.10.2014	juurekaelal külmaseen, juured kerkinud, kõrgelt laasunud
25.	harilik jalakas	Voltveti	nr. 1	58° 08' 56.4186"N	25° 02' 41.0036"E	1	6.10.2014	üksikud kuivanud oksad
26.	harilik jalakas	Voltveti	nr. 1	58° 08' 57.4458"N	25° 02' 42.3996"E	0	6.10.2014	kaks alumist oksa kuivanud, alla 10 %
27.	harilik jalakas	Voltveti	nr. 1	58° 08' 57.4062"N	25° 02' 42.4350"E	1	6.10.2014	kuivanud vesivõsud, üleval võras kaks kuivanud oksa
28.	harilik jalakas	Voltveti	nr. 2	58° 08' 57.7266"N	25° 02' 41.7222"E	0	6.10.2014	topeltladvad, paar suuremat oksa kuivanud
29.	harilik jalakas	Voltveti	nr. 1	58° 08' 57.9180"N	25° 02' 41.6232"E	1	6.10.2014	kuivanud oksa alla 10 %
30.	harilik jalakas	Voltveti	nr. 2	58° 08' 57.7224"N	25° 02' 42.1764"E	0	6.10.2014	
31.	harilik jalakas	Voltveti	nr. 2	58° 08' 57.7062"N	25° 02' 43.3206"E	0	6.10.2014	paar kuivanud oksa, enam kui 10 %
32.	harilik jalakas	Voltveti	nr. 2	58° 08' 58.3548"N	25° 02' 43.5924"E	0	6.10.2014	looduskaitsealune samblik
33.	harilik jalakas	Voltveti	nr. 1	58° 08' 58.5144"N	25° 02' 43.4064"E	0	6.10.2014	enamus lehti juba langenud, samblikud, kõrgelt laasunud
34.	harilik jalakas	Voltveti	nr. 1	58° 08' 58.2132"N	25° 02' 44.0034"E	0	6.10.2014	mõned vesivõsud, aia ääres
35.	harilik jalakas	Voltveti	nr. 2	58° 08' 58.1064"N	25° 02' 44.1372"E	0	6.10.2014	2 puud kõrvuti, ühe kõrval känd ja külmaseened, teisel latv kuivanud ning aia ääres
36.	harilik jalakas	Voltveti	nr. 1	58° 08' 57.4836"N	25° 02' 44.5530"E	1	6.10.2014	2-haruline, aia ääres, keerdus!
37.	harilik jalakas	Voltveti	nr. 1	58° 08' 56.8848"N	25° 02' 44.3004"E	0	6.10.2014	kuivanud oksa üsna vähe, suhteliselt aia ääres
38.	harilik jalakas	Voltveti	nr. 1	58° 08' 55.0740"N	25° 02' 45.2856"E	0	6.10.2014	aia ääres, nõlva peal, juured kerkinud



39.	harilik jalakas Camperdownii	Voltveti	nr. 1	58° 08' 54.4656"N	25° 02' 44.3112"E	1	6.10.2014	mõisa kõrval
40.	harilik jalakas Camperdownii	Voltveti	nr. 1	58° 08' 52.6464"N	25° 02' 41.4882"E	1	6.10.2014	2 puud, mõisa taga
41.	harilik jalakas	Voltveti	nr. 1	58° 08' 52.5696"N	25° 02' 40.4946"E	0	6.10.2014	
42.	harilik jalakas	Voltveti	nr. 4	58° 08' 52.5312"N	25° 02' 38.5344"E	1	6.10.2014	2-haruline, juured kerkinud, sinine täpp tüvel
43.	künnapuu	Voltveti	nr. 1	58° 08' 53.8362"N	25° 02' 47.2230"E	0	6.10.2014	2 puud, vanade ühikate kõrval, väljaspool aeda
44.	künnapuu	Voltveti	nr. 1	58° 08' 54.0150"N	25° 02' 47.4138"E	0	6.10.2014	ebasümmeetriline leht
45.	künnapuu	Voltveti	nr. 1	58° 08' 54.1626"N	25° 02' 47.9520"E	0	6.10.2014	5 puud, vesivõsud
46.	harilik jalakas	Voltveti	nr. 2	58° 08' 54.4722"N	25° 02' 48.3852"E	1	6.10.2014	2 puud, vesivõsud
47.	harilik jalakas	Voltveti	nr. 2	58° 08' 54.3074"N	25° 02' 48.4140"E	0	6.10.2014	peaaegu lehtedeta
48.	harilik jalakas	Voltveti	nr. 2	58° 08' 54.3048"N	25° 02' 48.4176"E	0	6.10.2014	peaaegu lehtedeta
49.	harilik jalakas	Voltveti	nr. 2	58° 08' 54.3000"N	25° 02' 48.5622"E	1	6.10.2014	vesivõsud
50.	harilik jalakas	Voltveti	nr. 4	58° 08' 54.2682"N	25° 02' 48.6486"E	0	6.10.2014	söömajäljed
51.	harilik jalakas	Voltveti	nr. 4	58° 08' 54.2610"N	25° 02' 48.7164"E	1	6.10.2014	
52.	harilik jalakas	Voltveti	nr. 5	58° 08' 54.1854"N	25° 02' 48.8226"E	0	6.10.2014	
53.	harilik jalakas	Voltveti	nr. 4	58° 08' 54.1398"N	25° 02' 48.7854"E	0	6.10.2014	soomusmampel
54.	harilik jalakas	Voltveti	nr. 3	58° 08' 54.2808"N	25° 02' 48.7782"E	0	6.10.2014	2 puud, topeltladvad
55.	harilik jalakas	Voltveti	nr. 2	58° 08' 54.2894"N	25° 02' 51.8850"E	0	6.10.2014	juured kerkinud, külmaseen
56.	harilik jalakas	Voltveti	nr. 2	58° 08' 57.8490"N	25° 02' 52.8618"E	0	6.10.2014	
57.	jalakad/ künnapuud	Voltveti	nr. 1	58° 08' 59.2554"N	25° 02' 50.6778"E	0	6.10.2014	
58.	harilik jalakas	Voltveti	nr. 4	58° 08' 56.2908"N	25° 02' 47.2476"E	0	6.10.2014	2-haruline, külmalõhe
59.	harilik jalakas	Voltveti	nr. 1	58° 08' 56.4696"N	25° 02' 46.8342"E	0	6.10.2014	
nr. 1	jalaka hübriid	Voltveti	nr. 2	58° 08' 56.1822"N	25° 02' 47.1840"E	1	6.10.2014	külmalõhe
nr. 2	jalaka hübriid	Voltveti	nr. 2	58° 08' 56.0544"N	25° 02' 47.3538"E	1	6.10.2014	2-haruline
				<b>Proovide arv</b>		17		

**Lihtlitsents lõputöö salvestamiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks ning juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta**

Mina, Kirsika Kapp,  
sünniaeg 23.10.1990,

1. annan Eesti Maaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud lõputöö Jalakasurma (*Ophiostoma novo-ulmi*) kahjustustest Eestis – Tallinna ja Tihemetsa näitel, mille juhendaja(d) on Liina Jürisoo, Kalev Adamson, dotsent Rein Drenkhan,
  - 1.1. salvestamiseks säilitamise eesmärgil,
  - 1.2. digiarhiivi DSpace lisamiseks ja
  - 1.3. veebikeskkonnas üldsusele kättesaadavaks tegemisekskuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;
2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile;
3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Lõputöö autor .....

(allkiri)

Tartu, .....

(kuupäev)

**Juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta**

Luban lõputöö kaitsmisele.

.....

(juhendaja nimi ja allkiri)

.....

(juhendaja nimi ja allkiri)

.....

(juhendaja nimi ja allkiri)

.....

(kuupäev)

.....

(kuupäev)

.....

(kuupäev)